image
not
available



# ARCHITECTURE HYDRAULIQUE,

OU

# L'ART DE CONDUIRE,

## D'ELEVER, ET DE MENAGER,

# LES EAUX

## POUR LES DIFFERENS BESOINS DE LA VIE.

TOME SECOND.

*Par* M. BELIDOR, *Commissaire Provincial d'Artillerie.*



A PARIS, QUAY DES AUGUSTINS,

Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, au coin de la rue Gille-cœur, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. XXXIX.

*AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.*





# AVANT-PROPOS.



'AYANT pû me dispenser de prolonger d'un an le terme auquel devoit paroître ce second Volume, il est juste de rendre compte de ce retardement, en faisant voir que le principal motif a été de mettre cet Ouvrage en état de mériter le sentiment avantageux que le Public semble en avoir conçû.

Quand on est un peu jaloux de sa réputation & délicat sur la précision qui convient au sujet que l'on traite, il ne faut souvent qu'une réflexion judicieuse pour trouver médiocre un Ouvrage qu'on avoit cru digne de quelque considération; alors si l'on est encore en possession de son manuscrit, on s'estime heureux d'être le maître de le supprimer, ou de lui donner une nouvelle forme. Celui de ce Volume étoit entre les mains de l'Imprimeur, & je croyois n'avoir plus rien à y retoucher, lorsqu'une occasion imprévûe me désabusa d'un sentiment, qui paroissoit d'autant plus naturel, que je n'avois rien négligé pour le mettre en état de voir le jour dans le tems prescrit.

Messieurs les Prevôt des Marchands & Echevins de la Ville de Paris, ayant appris que j'avois fait des remarques sur les défauts des pompes de la machine appliquée au Pont Notre-Dame, qui fournit l'eau de la riviere de Seine au plus grand nombre des fontaines publiques, me firent l'honneur de m'inviter en 1737 de leur communiquer mes vûes sur la maniere de rectifier cette machine, afin de la rendre capable d'un plus grand produit. Comme, en travaillant au projet qu'on a exécuté, il m'est arrivé de faire plusieurs nouvelles découvertes sur le mouve-

ment des eaux & la perfection des machines propres à les élever, j'ai crû devoir suspendre l'impression de ce Volume afin de les y insérer, & en même tems corriger plusieurs endroits essentiels, fondés sur quelques principes d'Hydraulique, communément reçus, dont j'ai apperçu l'erreur, comme on pourra s'en convaincre.

Ces objets m'ayant paru d'une assez grande conséquence pour ne point avoir de ménagement, je me suis mis au-dessus des murmures qui pourroient naître de la part des Souscripteurs & de mon Libraire, me flattant que le Public équitable approuveroit ma conduite dès que cet Ouvrage paroîtroit, enrichi des augmentations dont je sentois la nécessité; & pour l'y engager, j'ai accompagné ce Volume de toute la magnificence dont il pouvoit être susceptible.

N'ayant fait dans la Préface du premier Volume qu'une légere mention des sujets qui devoient être traités dans celui-ci; voici ceux que comprennent le troisiéme & quatriéme Livre, selon l'ordre qu'on a crû qui devoit leur convenir.

Le troisiéme Livre est divisé en cinq Chapitres. Le premier commence par une Dissertation sur les propriétés de l'air, déduites d'un grand nombre d'expériences, accompagnées de remarques utiles, servant d'Introduction à la Physique & à la théorie des pompes.

Le second comprend la maniere de calculer la force du vent, & le plus grand effet des différentes machines qui peuvent être mises en mouvement par son action.

Dans le troisiéme, l'on trouve une description raisonnée des pompes de toutes sortes d'especes, & une théorie étendue sur la maniere d'en calculer exactement l'effet.

Le quatriéme comprend la description d'un grand nombre de belles machines exécutées en France & dans les pays étrangers, pour élever l'eau avec des pompes,

miſes en mouvement par la force des hommes, des chevaux & des courans, dont on calcule les différens effets dans le cas le plus avantageux, en faiſant voir les défauts & les avantages de ces machines, & ce qu'il faudroit faire pour les rendre parfaites.

Le cinquiéme commence par un diſcours ſur les grands Ouvrages que les Romains ont faits pour la conduite des eaux, ſuivi d'une deſcription de la machine appliquée au Pont Notre-Dame à Paris, accompagnée des développemens des nouvelles pompes pour la rectifier & des calculs qui en déterminent le produit.

A l'égard du quatriéme Livre, il eſt auſſi diviſé en cinq Chapitres : le premier commence par la deſcription & le calcul de l'effet d'une machine que j'ai imaginée, qui n'a rien de commun avec toutes celles qui ont été miſes en uſage juſqu'ici, dont l'objet eſt de faire que l'eau d'une chute s'éleve elle-même à telle hauteur que l'on voudra, ſans aucune ſujettion; enſuite on en rapporte quelqu'autres exécutées pour le même objet à Paris & en Angleterre.

Dans le ſecond, l'on examine l'action de l'eau dans les tuyaux de conduite, & les frottemens qui en retardent la viteſſe, d'où l'on déduit toutes les regles qu'il convient de ſçavoir ſur ce ſujet, accompagnées d'un grand nombres d'expériences & remarques utiles.

Le troiſiéme commence par un diſcours hiſtorique ſur l'origine & le progrès des machines mûes par l'action du feu; on en rapporte une pour exemple, développée juſques dans ſes moindres parties; on en calcule l'effet, relativement à la force de la vapeur de l'eau bouillante, la réſiſtance de l'atmoſphere, & celle du poids de la colonne d'eau qu'on veut élever; enſuite on rapporte un grand nombre d'autres machines mûes par les animaux, & les

courans pour tirer l'eau des mines & des puits fort profonds.

Le quatriéme comprend la maniere de rechercher, rassembler & conduire les eaux de source par des tranchées de pierrée, tuyaux, canaux & aqueducs; tout ce qui peut appartenir aux fontaines publiques, pour distribuer l'eau dans les différens quartiers d'une Ville & aux maisons particulieres. La forme la plus convenable aux cuvettes de distribution, pour que la jauge & la répartition de l'eau se fasse judicieusement. Le meilleur emplacement des réservoirs, tuyaux de conduite, robinets, regards & puisards, avec l'usage qu'on en peut faire pour éteindre les incendies.

Enfin le cinquiéme & dernier Chapitre de ce Volume renferme tout ce qui convient à la décoration des jardins de plaisance, pour conduire & distribuer avantageusement les eaux jaillissantes, afin qu'elles produisent un agréable effet: la maniere de déterminer les diamétres des tuyaux de conduite, ceux des ajutages, par rapport à la hauteur des jets & à leur dépense. L'on donne des tables fort commodes sur ce sujet, qui dispensent des calculs qu'il faudroit faire sans leur secours, suivis de la construction des bassins, réservoirs & citernes. Ce Chapitre finit par plusieurs regles pour déterminer l'épaisseur qu'il convient de donner aux murs destinés à soutenir la poussée de l'eau.

Ceux qui sçavent ce qu'on a écrit sur l'Hydraulique & sur les machines propres à élever l'eau, conviendront qu'il y a peu de Livres qui se ressentent moins de la compilation que celui-ci, & qui soient plus propres à conduire insensiblement à une parfaite connoissance de la mécanique, par le grand nombre d'exemples différens, ausquels ces principes se trouvent appliqués; mais pour en bien sentir la liaison, il importe extrêmement de recourir

ſur le champ aux articles que l'on trouvera cités, qui contribueront à rendre familier tout l'ouvrage qu'on peut regarder comme un cours complet de mécanique & d'Hydraulique.

Je ne dis rien de la peine que m'a donné la compoſition de la matiere, ni des ſoins de l'exécution des Planches que j'ai fait enſorte de rendre les plus belles qu'il m'a été poſſible, me trouvant bien dédommagé par l'honneur que le Public a fait au premier Volume, & par l'empreſſement qu'il a marqué pour celui-ci.

---

## *APPROBATION.*

J'Ai lû par ordre de Monſeigneur le Chancelier, le ſecond Volume de l'*Architecture Hydraulique* de M. Belidor, qui m'a paru digne de la bonne opinion que le Public en avoit conçu, ſur la lecture du premier, les ſujets y étant traités avec toute la netteté qu'on peut déſirer : il paroît même peu d'ouvrages dont l'utilité ſoit plus relative aux beſoins de la vie, & on ne ſçauroit trop louer le zèle infatigable de l'Auteur pour le progrès des Sciences. Fait à Paris ce 23 Février 1739. PITOT.

---

## *EXTRAIT des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences.*

Du dix-huit Février mil ſept cens trente-neuf.

MESSIEURS Nicole & Pitot, qui avoient été nommés pour examiner le ſecond Volume de l'*Architecture Hydraulique* de M. Belidor, en ayant fait leur rapport ; la Compagnie a jugé que ce Volume, qui, outre la théorie & la deſcription de pluſieurs machines exécutées avec ſuccès, contient quantité de recherches neuves pour la perfection des pompes & autres machines Hydrauliques, étant joint au premier, comprend une ingénieuſe application des regles de la Mécanique & de l'Hydraulique à un grand nombre de ſujets utiles, comme la conduite, diſtribution & jauges des eaux, &c. que M. Belidor a développés avec beaucoup de netteté. En foi de quoi j'ai ſigné le préſent Certificat. A Paris ce 24 Février 1739. FONTENELLE.

*Sec. perp. de l'Ac. Royale des Sciences.*

---

## *PRIVILEGE DU ROY.*

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos Amés & Feaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra. Salut : Notre très cher & bien Amé le ſieur Bernard Belidor, notre Conſeiller-Commiſſaire Provincial de notre Artillerie, & Profeſſeur Royal des Mathématiques aux Ecoles du même Corps, Membre des Académies Royales des Sciences d'Angleterre & de Pruſſe, correſpondant de celle de Paris, nous ayant fait remontrer qu'il auroit compoſé un Ouvrage qui a pour titre, *Architecture Hydraulique*, qu'il ſouhaiteroit faire imprimer & graver, & donner au Pu-

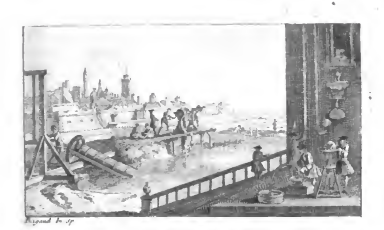
blic, s'il Nous plaisoit lui accorder nos Lettres de Privilége sur ce nécessaires, offrant pour cet effet de le faire imprimer & graver en bon papier & beaux caracteres, suivant la feuille imprimée & gravée, & attachée pour modele sous le contre-scel des Présentes. A CES CAUSES, voulant traiter favorablement ledit Sieur Exposant, & reconnoître en sa personne les services qu'il nous a rendus, & ceux qu'il nous rend encore actuellement, tant dans ses fonctions de notre Commissaire Royal de notre Artillerie, que dans celle de notre Professeur des Mathématiques aux Ecoles du même Corps & autres, & lui donner les moyens de nous les continuer, Nous lui avons permis & permettons, par ces Présentes, de faire imprimer & graver ledit Ouvrage ci-dessus spécifié en un ou plusieurs Volumes, conjointement ou séparément, & autant de fois que bon lui semblera, & de le faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le tems de quinze années consécutives, à compter du jour de la date desdites Présentes : Faisons défenses à toutes sortes de personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance, comme aussi à tous Libraires, Imprimeurs & autres d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage ci-dessus exposé, en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns Extraits sous quelque prétexte que ce soit d'augmentation, correction, changement de titres ou autrement, sans la permission expresse ou par écrit dudit Sieur Exposant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiscation des Exemplaires imprimés, contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, l'autre audit Sieur Exposant, & de tous dépens, dommages & intérêts, à la charge que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles : que la gravure & l'impression dudit Ouvrage sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, & que l'Impétrant se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725. & qu'avant que de l'exposer en vente, le Manuscrit ou Imprimé qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de Notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France, le sieur Chauvelin, & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothéque, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France, le sieur Chauvelin; le tout à peine de nullité des Présentes, du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Sieur Exposant ou ses Ayans-causes, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement : Voulons que la Copie desdites Présentes qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, soit tenue pour duement signifiée, & qu'aux Copies collationnées par l'un de nos Amés & Féaux Conseillers & Secretaires, foi soit ajoutée comme à l'Original : Commandons au premier notre Huissier, ou Sergent, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous Actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à ce contraires : CAR tel est notre plaisir. DONNÉ à Paris, le dix-septiéme jour de Septembre, l'An de grace mil sept cens trente-six, & de notre Regne le vingt-deuxiéme. Par le Roi en son Conseil.

SAINSON.

*Registré sur le Registre IX de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 378. Fol. 333. conformément au Réglement de 1723. qui fait défenses, Art. IV. à toutes personnes de quelque qualité qu'elles soient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, soient qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir les huit Exemplaires prescrits par l'Article CVIII. du même Réglement. A Paris le 28 Novembre 1736.*

G. MARTIN, *Syndic.*

ARCHITECTURE




# ARCHITECTURE HYDRAULIQUE,

## Ou l'Art de conduire, d'élever & de ménager les Eaux pour les différens besoins de la vie.

◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊◊

## LIVRE TROISIE'ME,

*Où l'on enseigne la Théorie des Pompes, la maniere de les mouvoir, & la Description de plusieurs belles Machines pour élever l'Eau.*

---

### CHAPITRE PREMIER.

*Des Proprietés de l'Air, servant d'introduction à la Théorie des Pompes.*

786. EPUIS que les Philosophes ont commencé à vouloir expliquer les effets de la nature, jusques vers le milieu du dernier Siécle, ils avoient attribué à l'horreur du vuide, ce qui n'étoit qu'un effet de la pesanteur de l'air. Si on leur demandoit pourquoi en tirant le Piston d'une Pompe ou d'une Seringue, l'eau monte; ils répondoient, *que la*

*Les Anciens attribuoient à l'horreur du vuide, les effets de la pesanteur de l'air.*

où il trempe dans un lieu profond; on verra le Mercure s'élever sensiblement au-dessus de 28 pouces, parce que la colonne d'air étant plus haute, par conséquent plus pésante, est capable de soutenir en équilibre un plus grand poids de Mercure : il arrive le contraire lorsqu'on porte cette Machine au sommet d'une montagne fort élevée; à mesure que l'on monte, l'on voit descendre le mercure du tuyau & se mêler avec celui du vaisseau.

*dans un tuyau viens de la pesanteur de l'air.*

Lorsqu'on dit qu'une colonne de Mercure de 28 pouces de hauteur est en équilibre avec la pesanteur moyenne de l'air, on supose le Baromêtre placé au niveau de la surface des eaux de la mer, qui étant partout également éloignée du centre de la terre, doit être regardée comme un point fixe pour déterminer ce qui est plus élevé ou plus bas.

*Expérience faite proche Clermont en Auvergne.* FIG. 17.

789. Pour mieux faire connoître ces différences, on a exprimé par la Figure dix-septiéme les expériences qui furent faites à Clermont en Auvergne par un parent de M. Pascal : il y a proche cette Ville une montagne de 500 toises de hauteur, nommée *le Pui de Domme*, où l'on fit en même tems trois Observations : la premiere A dans un jardin de Clermont, le mercure se trouva dans le tuyau à 26 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$; la seconde B environ au tiers de la côte, le mercure se trouva dans le tuyau à 25 pouces de hauteur, étant descendu, en montant, de 15 lignes $\frac{1}{2}$; la troisiéme C au sommet de la montagne où le mercure ne s'est plus trouvé qu'à la hauteur de 23 pouces 2 lignes, étant descendu en tout de 3 pouces 1 ligne $\frac{1}{2}$.

*L'air est en équilibre avec une colonne d'eau de 31 pieds deux tiers de hauteur.*

790. Ce que nous venons de voir de l'équilibre du mercure avec la pesanteur de l'air, doit s'entendre de toutes les autres liqueurs; une colonne *d'eau*, par exemple, se mettra aussi en équilibre avec une colonne d'air; mais comme une certaine quantité d'eau pese 13 fois $\frac{1}{2}$ moins qu'une égale quantité de mercure (343) il faut qu'une colonne d'eau de même base, soit 13 fois $\frac{1}{2}$ plus haute qu'une colonne de mercure de 28 pouces, c'est-à-dire qu'elle ait à peu près 31 pieds 8 pouces; mais l'on compte ordinairement sur 32 pieds.

*De quelle maniere l'eau monte par aspiration.* FIG. 12.

L'aspiration pour l'élevation de l'eau dans les tuyaux qui y trempent, se fait comme on le voit dans la Figure douziéme en tirant un piston B de bas en haut tout d'une venue, en commençant de son extrêmité E, d'ou l'on chasse l'air par plusieurs coups de piston, comme nous le ferons voir dans le Chapitre troisiéme; alors l'eau monte & suit le piston jusqu'à la hauteur CD, de 31 ou 32 pieds, selon l'état où se trouve l'air; & si l'on tire le piston plus haut que cette élevation, l'eau ne le suit plus, & l'intervalle CB qui

eſt entre-deux, reſte vuide, c'eſt-à-dire privé d'air groſſier; ce qui vient encore un coup de ce que l'air exterieur preſſe la ſurface FG de l'eau où trempe le tuyau, qui ne trouvant d'autre iſſue pour s'échapper de la contrainte où elle eſt, que le vuide que le piſton a cauſé dans le tuyau, y monte tant que l'action du poids de l'air a de force pour l'y ſoutenir, après quoi l'un & l'autre ſe maintiennent en équilibre.

*Maniere de connoître la peſanteur de l'Atmoſphere.*

791. Prévenu de la hauteur où ſe trouve une colonne d'eau, quand elle eſt en équilibre avec l'air; il ſera aiſé de juger de la peſanteur de l'air dans l'état où il eſt alors; car ſi la colonne d'eau, a par exemple 31 pieds ½ de hauteur, & pour baſe un pied quarré, elle ſera de 31 pieds ½ cube; & comme le pied cube peſe 70 ℔, (340) l'on peut dire que la colonne d'air peſera alors 2205 ℔.

*Maniere de connoître la peſanteur d'un certain volume d'air.*

792. Si l'on a un Barométre au pied d'une montagne, & que le mercure y ſoit ſuſpendu à la hauteur de 28 pouces, il eſt évident que le poids de toute la colonne d'air ſera égal à celui de 28 pouces de mercure. Si l'on porte enſuite le Barométre à 10 toiſes plus haut, & que le mercure à cette hauteur ſoit deſcendu d'une ligne, comme cela arrivera en effet, la colonne reſtante qui ne ſera plus que de 27 pouces 11 lign. ſera en équilibre avec celle de l'air dont la baſe répond à 10 toiſes au-deſſus de l'horiſon; par conſéquent le poids de la ligne dont le mercure eſt deſcendu, eſt égal à celui d'une colonne d'air de 10 toiſes de hauteur au pied de la montagne, qui auroit pour baſe celle qu'a le mercure dans le tuyau. Si l'on fait une ſeconde obſervation à 10 toiſes au-deſſus de la premiere, & que le mercure y ſoit deſcendu de $\frac{5}{6}$ de ligne, par exemple, on pourra conclure que la colonne d'air qui répond à cette hauteur, eſt égale au poids du mercure ſuſpendu dans le Barométre, c'eſt-à-dire de 27 pouces 10 lignes $\frac{1}{6}$ de ligne, & que le poids de la colonne d'air de 10 toiſes de hauteur, compriſe entre la premiere & ſeconde obſervation eſt de $\frac{5}{6}$ de ligne. On pourra donc avec cet inſtrument meſurer le poids d'un même volume d'air à 60 pieds de hauteur, pris à différentes diſtances de la terre, & connoître le rapport du poids d'un volume d'air donné à celui d'un pareil volume d'eau. Comme un pied cube de mercure peſe moyennement 946 ℔, (343) diviſant ce nombre par 144, il viendra 6 ℔ 9 onces pour le poids d'une ligne de mercure, qui auroit un pied quarré de baſe; par conſéquent pour celui d'une colonne d'air de même baſe, & dont la hauteur ſeroit de 60 pieds: diviſant encore 6 ℔ 9 onces par 60, il viendra une once 6 dragmes pour la peſanteur d'un pied cube de cet air, en le ſuppoſant uni-

forme sur la hauteur de 10 toises. Si l'on veut sçavoir le rapport de la pesanteur de l'air à celle de l'eau, il n'y aura qu'à réduire 70 ℔ pesanteur d'un pied cube d'eau en dragmes, on en trouvera 8960; & comme le pied cube d'air pese 14, on pourra donc dire que sa pesanteur est à celle de l'eau, comme 14 est à 8960, ou comme 1 est à 640.

793. Messieurs Mariotte & Homberg ont fait ensemble plusieurs expériences en 1683 sur ce sujet, & ils ont trouvé que le poids de l'air est à celui de l'eau, comme 1 est à 630; depuis plusieurs Sçavans ont aussi cherché ce rapport, mais ils ne se sont pas toujours parfaitement rencontrés, parce que l'air se dilatant par la chaleur, & se condensant par le froid, un même espace en comprend plus ou moins dans un tems que dans l'autre; mais si l'on n'a point égard à ses variations, on peut conclure qu'il est 640 ou 630 fois plus rare ou plus dilaté que l'eau.

Au sujet des différentes hauteurs du mercure dans le Barométre, selon les différentes temperatures de l'air, il paroît bien surprenant de voir que quand l'air est fort chargé de vapeurs & prêt à pleuvoir, le mercure descend, lorsqu'il semble que la colonne d'air qui pese immédiatement sur le mercure du bout du tuyau qui est ouvert, doit être la plus pesante; & qu'au contraire le mercure s'éleve au plus haut, quand l'air devient pur & serein.

*Explication des variations du Barométre.*

794. M. Leibnits attribue la descente du mercure du Barométre quand il doit pleuvoir, à une cause fort naturelle, & qui me paroît plus satisfaisante que toutes les hypothéses qui sont venues à ma connoissance. Pour l'entendre, il faut se rappeller ce qui a été dit dans l'article 630, qu'un corps étranger qui est dans une liqueur, fait partie de son poids tant qu'il y surnage; mais que dans le moment qu'il descend, son poids ne fait plus entierement partie de celui de la liqueur, laquelle vient par-là à peser moins sur le fond du vaisseau qui la soutient.

De même, tant que les parcelles imperceptibles de l'eau, en une quantité prodigieuse, sont soutenues dans l'air, elles en augmentent le poids qui presse alors davantage la surface des corps, sur lesquels il s'appuye, & voilà ce qui fait que le mercure du Barométre est contraint de monter; mais aussi-tôt que les parcelles de l'eau sont en assez grand nombre pour acquerir une pesanteur audessus de celle de l'air qui les soutient, elles descendent, se joignent plusieurs ensemble, forment des gouttes, qui venant à tomber, cessent de faire une aussi grande partie du poids de l'air, qui ne pressant plus avec autant de force la surface des corps sur les-

quels il s'appuye, le mercure descend; sur quoi il est à remarquer; que comme il arrive souvent que les parcelles de l'eau les plus élevées, en tombant fort lentement, mettent un tems considérable avant que de se joindre aux inférieures, la pesanteur de l'air diminue avant qu'il pleuve, & le Barométre prédit le tems qu'il doit faire.

*L'air a du ressort, & peut être condensé.*

795. Une des principales proprietés de l'air, est de pouvoir être extrêmement *condensé*, & de conserver toujours une vertu de ressort, par laquelle il fait effort pour repousser les corps qui le pressent, car l'air qui répond à la surface de la terre, est fort éloigné d'être dans son état naturel, étant chargé du poids de toute l'atmosphere, il est plus condensé que celui qui est le plus élevé. Pour donner une idée de ceci, supposons un grand amas de laine cardée, d'une hauteur considérable; il est constant que la laine qui est en bas étant chargée du poids de toute celle qu'elle porte, ne sera pas si étendue que celle qui est au sommet; c'est pourquoi celle de dessous fera autant d'effort pour se remettre dans son état naturel, que celle dont elle est chargée en fait pour la comprimer. L'air est précisement dans le même cas à quelque hauteur qu'on le prenne; la colonne qui est dessous une *Table*, par exemple, fait autant d'effort pour l'enlever de bas en haut, que celle qui est dessus la Table en fait de haut en bas pour la presser; autrement si les deux colonnes n'étoient point en équilibre, & que l'action de la superieure pût agir seule, la table ayant seulement 20 pieds quarrés de superficie, seroit chargée d'un poids de plus de 44000 ℔, qu'elle ne pourroit soutenir sans se rompre; de même les toîts des Maisons & les planchers des appartemens ne résisteroient jamais au poids immense dont ils sont chargés, s'ils ne se trouvoient toujours entre deux colonnes d'air, dont celle de dessous est en équilibre par son ressort avec celle qui la presse.

*Le ressort de l'air agit en tout sens avec une force égale.*

Il est à remarquer, *que le ressort de l'air agit en tout sens avec une égale force*, de même que les liqueurs: (343) que cette force étant toujours égale au poids de la colonne d'air correspondante, ou au poids d'une colonne de mercure équivalente, qui auroit la même base, & pour hauteur environ 28 pouces, ou à une colonne d'eau de 32 pieds, l'on connoîtra toujours la force de ce ressort, qui sera égale au poids de cette colonne dont la base est déterminée par la surface du corps contre lequel il agira: par exemple, l'air naturel renfermé dans une caisse cubique, dont chaque face auroit intérieurement un pied quarré, poussera chacune de ces faces pour les separer avec une force de ressort équivalente à 2205 ℔, lorsque le Barométre est à sa hauteur moyenne; & les separeroit

en effet si l'air de dehors étoit anéanti, ou que son ressort fut beaucoup moindre que celui de dedans, ainsi à l'avenir ***nous prendrons indifféremment la pesanteur de l'air paur exprimer la force de son ressort, ou son ressort pour sa pesanteur.*** Quand on sera dans un lieu plus élevé ou plus bas que le niveau de la mer, l'on pourra toujours juger à peu près de la force du ressort de l'air en cet endroit par l'élevation du Barométre qu'on y aura porté.

*La force du ressort de l'air est cause de la difficulté qu'on éprouve à separer deux corps polis.*

FIG. 1.

796. Prévenu de la pesanteur & du ressort de l'air, il est aisé d'expliquer plusieurs effets de la nature, que les Anciens attribuoient à l'horreur du vuide : par exemple, l'expérience fait voir que si l'on a deux corps fort *polis*, comme deux glaces de miroir, appliquées l'une contre l'autre, & qui se touchent dans toutes les parties de leurs surfaces, on trouve beaucoup de difficulté à les separer parce que n'y ayant point d'air entre-deux, dont le ressort puisse faire équilibre avec la colonne qui presse par son poids les deux corps, il faut surmonter la pesanteur de toute la colonne, qui auroit pour base la surface qui touche l'autre.

*Raison pourquoi on ne peut ouvrir sans un grand effort un soufflet dont toutes les ouvertures sont bouchées.*

FIG. 15. & 16.

De même, si l'on a un soufflet fermé, dont le canon & la soupape soient bien bouchés, & qu'on attache une des aîles contre une surface verticale ou horisontale ; on ne peut ouvrir le soufflet, c'est-à-dire écarter l'autre aîle de la précedente, sans surmonter la résistance d'une grande partie de la colonne d'air, qui auroit pour base une des aîles du soufflet ; car comme il ne reste dans l'ame que très-peu d'air lorsqu'on enfle le soufflet, celui dont il veut occuper la place ne pouvant rentrer dans la capacité interieure, résiste avec une force qu'on auroit peine à croire si l'expérience ne le confirmoit.

*Que la pesanteur de l'air est cause de la proprieté du Siphon.*

FIG. 14.

797. Pour expliquer comment la pesanteur de l'air fait passer l'eau d'un vaisseau dans un autre à l'aide d'un *Siphon*, il faut être prévenu que le vaisseau D où il y a de l'eau, doit être un peu plus élevé que l'autre E où elle doit se rendre ; & que le Siphon A qui n'est autre chose qu'un tuyau de cuivre ou de fer-blanc, a une de ses branches B plus courte que l'autre C. Pour en faire usage, on remplit le Siphon avec de l'eau afin d'en chasser l'air ; ensuite on en bouche les deux trous bien exactement, on retourne le Siphon mettant la plus courte branche tremper dans le vaisseau D, & on la débouche dans l'eau même ; on débouche aussi l'autre C, alors on voit toute l'eau d'un vaisseau passer dans l'autre, ce qui vient de ce qu'il y a plus de hauteur d'eau dans la branche C que dans l'autre B : car d'abord l'air agit de part & d'autre pour faire monter l'eau plus haut que le sommet A du Siphon, mais il est repoussé avec plus de force par l'eau de la branche C, que par celle de

l'autre B, quoique la colomne d'air qui répond à la branche C, soit un peu plus haute que celle qui agit sur la branche B ; mais comme la différence de ces deux colonnes, est un trop petit objet pour mettre une inégalité sensible dans leur pesanteur, la branche B ayant 12 pouces par exemple, & l'autre C 13, la différence des deux colonnes d'eau sera d'un douziéme de leurs hauteurs ; alors l'on voit que l'eau de la branche B, par rapport à son poids, sera plus poussée en haut par l'air, que l'eau de la branche C ne le sera par rapport au sien; ainsi l'eau de cette derniere descendra, & celle de l'autre trouvant à s'introduire dans le tuyau, sera contrainte d'y passer tant qu'il y en aura dans le vaisseau superieur, pour s'aller rendre dans l'inferieur : ce qui arrivera avec toute sorte de Siphon de quelque grandeur qu'on les fasse, pourvû que la plus courte branche soit au-dessous de 30 ou 31 pieds.

*Expérience familiere pour prouver la force du ressort de l'air.*

FIG. 10.

798. Voici encore une petite expérience pour prouver la pesanteur de l'air, ou si l'on veut la force de son ressort que tout le monde est à portée de faire ; on remplit un verre de liqueur tant qu'elle surmonte les bords ; & l'ayant couvert d'un morceau de papier mouillé que l'on presse avec la main pour l'appliquer juste contre les bords ; on le renverse dans cet état la patte en haut, alors on voit le papier soutenir la liqueur contenue dans le verre, sans qu'il s'en répande une goutte, parce que l'air presse de bas en haut le papier avec plus de force que la liqueur n'en a pour descendre.

*Description de la Machine Pneumatique.*

FIG. 2.

799. La machine du vuide que l'on nomme Pneumatique, est trop utile dans les expériences Physiques, pour ne point en donner la description, ne voulant rien laisser à deviner à ceux qui n'ont point vû cette machine. Elle est composée d'une *tablette* de cuivre ABC, qui peut avoir 10 à 12 pouces de diamétre, soutenue horisontalement par trois *branches* de fer E, qui aboutissent à un cercle FG qui embrasse le corps d'une *Seringue* FGHI ; cette Seringue traverse un *Plateau* de bois KL, avec lequel elle est bien attachée, le tout soutenu par trois pieds M, entretenus ensemble par des *branches de fer*, qui se réunissent à un cercle N pour plus de solidité.

Le *Piston* de la Seringue se fait quelquefois de bois entouré de filasse, ou de plusieurs rondelles de cuir, mêlées de feutre, pressées ensemble comme un talon de soulier ; le piston est attaché à une *tige* de fer OP, à l'extrêmité de laquelle est un *étrier* S, servant à passer le pied dans le tems de l'aspiration.

FIG. 4. 5. & 6.

A la tête de la Seringue est attaché un *Robinet V* de cuivre, fermé

mé par une *Clef y*; cette clef eſt percée au travers, comme celles des fontaines ordinaires, & à égale diſtance des deux extrêmités du trou. Sur la ſurface de la clef d'un côté ſeulement, eſt une *rénure* ou fente A, d'une demie ligne de largeur ſur une ligne de profondeur.

La tablette AC eſt percée dans le milieu par un trou X, ſoudé avec l'orifice d'un petit tuyau, dont l'autre bout répond au robinet; on applique ſur la tablette un morceau de *cuir* mouillé ſur lequel on poſe une cloche de verre Z, nommé *récipient*, dont voici l'effet.

800. Suppoſant que le piſton Q touche immédiatement la tête de la Seringue, on tourne la clef y pour laiſſer libre la communication du récipient & de la Seringue; alors l'air groſſier qui étoit dans le corps de la Seringue en ayant été chaſſé, celui du récipient trouvant à ſe dilater, ſe répand dans le corps de la Seringue; de ſorte que ſi l'on ſuppoſe pour un moment que la capacité de la Seringue ſoit égale à celle du récipient, occupant un eſpace double, il eſt une fois plus dilaté, ou ſi l'on veut une fois moins condenſé, que celui que nous reſpirons, puiſqu'il n'en peut pas être rentré d'autre. Quand le piſton eſt en bas, on tourne la clef y d'un autre ſens pour interrompre la communication du récipient & de la Seringue; alors ſi l'on retire le pied de l'étrier S, le reſſort de l'air exterieur pouſſe le piſton de bas en haut, le fait remonter juſqu'à la moitié du chemin qu'il a fait en deſcendant, c'eſt-à-dire juſqu'à ce que l'air de la Seringue ſoit reduit au même degré de condenſation que celui de dehors; & ſi l'on pouſſe la tige du piſton pour le faire monter vers la tête de la Seringue, l'air du corps de la Seringue deviendra plus comprimé que celui du dehors, & ſortira par la petite fente A qui eſt à la clef y; ſi l'on tourne de nouveau la clef d'un autre ſens, & que l'on faſſe deſcendre le piſton, l'air qui étoit reſté dans le récipient, ſe dilatera encore une fois davantage, & n'aura que le quart du reſſort qu'il avoit dans ſon état naturel. Repetant pluſieurs fois la même manœuvre, on parviendra à ôter du récipient la plus grande partie de l'air groſſier; car il ne faut pas compter ſur un vuide parfait: tout ce que l'on peut faire eſt d'augmenter de plus en plus la dilatation par un plus grand nombre de coups de piſton.

FIG. 4. FIG. 5.

*Maniere de connoître à quel point l'air eſt dilaté dans la*

801. Pour connoître après un certain nombre de coups de piſton déterminé, de combien l'air qui eſt reſté dans le récipient, eſt plus dilaté que celui qu'on y avoit renfermé, il faut faire attention *que la dilatation de l'air renfermé dans le récipient quelle qu'elle ſoit, eſt toujours à la dilatation de celui qui y reſte immédiatement après chaque*

machine pneumatique. *coup de piston, comme la capacité du récipient est à celle de la Seringue & du récipient pris ensemble*, d'où il suit que la dilatation de l'air augmente après chaque coup de piston selon que croissent les termes d'une progression géométrique, dont le rapport des termes, seroit comme la capacité du récipient à celle de la Seringue & du récipient pris ensemble.

Nommant $a$, la capacité du récipient; $b$, celle de la Seringue & du récipient; l'on aura $\div a, b^1, \frac{b^2}{a}, \frac{b^3}{a^2}, \frac{b^4}{a^3}, \frac{b^5}{a^4}$, dont les exposans des numerateurs de chaque terme, représentent le nombre des coups de piston, tandis que les termes expriment la dilatation de l'air resté dans le récipient. Mais l'on sçait que l'on peut trouver tel terme que l'on voudra d'une progression géométrique, dès que l'on connoît les deux premiers; par exemple, pour avoir celui qui répond au quarantiéme coup de piston, j'éleve le premier & le second terme à la quarantiéme puissance, & nommant $x$, celui qu'on cherche, l'on aura $a^{40}, b^{40} :: a, x$; & si au lieu de $a$, l'on prend l'unité pour exprimer l'air naturel renfermé dans le récipient, la proposition sera $a^{40}, b^{40} :: 1, x$, qui donne $\frac{b^{40}}{a^{40}} = x$. Si l'on suppose que la capacité du récipient soit *sextuple* de celle de la Seringue, leur rapport sera comme 6 est à 1, par conséquent l'on aura $a = 6$, $b = 6 + 1 = 7$. Pour connoître la valeur de $x$ ou de $\frac{b^{40}}{a^{40}}$, il faut se servir des logarithmes, afin d'abreger le calcul qui deviendroit fort pénible s'il falloit élever le nombre 6 & 7 à la quarantiéme puissance; je suppose donc que $m$ est le logarithme de $6 = a$, & que $n$ est le logarithme de $7 = b$, alors on aura $40 \times n - 40 \times m = x$ au lieu de $\frac{b^{40}}{a^{40}} = x$; *c'est-à-dire qu'il faut prendre dans les tables les logarithmes des nombres 7 & 6, qui sont 8450980, & 7781512, & multiplier leur différences, qui est 669468 par 40; pour avoir 26778720, qui est le logarithme du nombre que l'on cherche, qui répond à 476*; on aura donc $a^{40}$, $b^{40} :: 1, 476$, qui fait voir qu'après le quarantiéme coup de piston, l'air du récipient sera 476 fois plus dilaté que celui qu'on y avoit enfermé.

Trouver le nombre de coups de piston qu'il faut donner pour dilater l'air jusqu'à

802. Quand on connoîtra le rapport de la capacité du récipient, à celle de la Seringue, on pourra aussi trouver combien il faudra donner de coups de piston, pour dilater l'air du récipient jusqu'à un certain point déterminé: par exemple on demande de le dilater 476 fois plus qu'il ne l'est dans son état naturel; je nom-

me $x$, le nombre de coups de piſton qu'il faudra donner ; $d$, la quantité de fois dont on veut que l'air ſoit plus dilaté que celui que nous reſpirons ; je ſuppoſe encore $a = 6$, & $b = 7$ ; la queſtion ſe réduit à trouver l'expoſant d'une proportion ſemblable à celle de l'article précedent ; car l'on aura $a^x$, $b^x$ :: 1, ou $\frac{b^x}{a^x} = d$ ; or ſi à la place des quantités $a$, $b$, $d$, l'on prend leurs logarithmes, que je ſuppoſe exprimés par $m$, $n$, $p$ ; on aura $xm - xn = p$, au lieu de $\frac{b^x}{a^x} = d$, ou $x = \frac{p}{m-n}$ ou $x = \frac{26778720}{8450980 - 7781512}$ ou $x = \frac{26778720}{669468} = 40$, *qui fait voir qu'il faut diviſer le logarithme de* 476, (*c'eſt-à-dire du nombre qui exprime la quantité de fois dont on veut que l'air ſoit plus dilaté qu'il ne l'eſt naturellement*) *par la difference des deux logarithmes des nombres qui expriment, l'un la capacité du récipient, & l'autre celles du récipient & de la ſeringue, priſes enſemble.*

*un certain point déterminé.*

803. De même ſi l'on vouloit ne dilater l'air du récipient que cent fois plus qu'il ne l'eſt naturellement, ſuppoſant $d = 100$ ; nous aurons encore en prenant le logarithme de ce nombre, qui eſt 20000000, $x = \frac{20000000}{8450980 - 7781512} = 32$, qui fait voir qu'il faut donner environ 32 coups de piſton.

L'on verra par la ſuite, combien il importe, pour ſe ſervir avec exactitude de la machine du vuide, de ſçavoir à quel point on a dilaté l'air dans une expérience plus ou moins que dans l'autre, afin d'en pouvoir faire le rapport ; au reſte je ne me ſuis point arrêté à donner une deſcription fort exacte de cette machine, parce qu'on la trouve dans pluſieurs Auteurs, principalement dans le Livre des Expériences Phyſiques de M. *Poliniere*, qui en rapporte toutes les dimenſions. Voici quelques Expériences qui pourront donner une idée de la maniere dont ſe font les autres.

*Pourquoi un animal meurt dans le récipient lorſqu'on en a dilaté l'air.*

804. Si l'on met un petit animal ſous le récipient, à meſure qu'on en pompe l'air, on le voit tomber en défaillance ; parce que celui qu'il a dans les poulmons & dans le ſang, ceſſant d'être en équilibre avec celui qu'il a coutume de reſpirer, ſe dilate & empêche que la circulation du ſang ne ſe faſſe comme à l'ordinaire. Si l'on continue à dilater l'air encore davantage, l'animal meurt : & ſi l'on a ſoin de compter le nombre de coups de piſton que l'on a donné pour le faire mourir, l'on peut trouver enſuite par le calcul, de combien il a fallu que l'air fut dilaté pour qu'il ceſſât d'être reſpirable pour cet animal. Mais il faut remarquer

que comme l'air que l'on renferme sous le récipient, n'est pas toujours le même, pouvant se trouver plus ou moins condensé, une fois que l'autre; l'on ne peut comparer la dilatation qui a servi à cette expérience, ou à toute autre, qu'avec l'état de l'air naturel dans le moment où s'est fait l'expérience; à moins qu'on ne se serve du *Manometre*, qui est un instrument imaginé par M. *Varignon*, avec lequel on mesure les différens degrés de la dilatation de l'air en différens tems, & qui fait connoître non-seulement combien l'air primitif qu'on a renfermé dans la machine, aura été dilaté par un certain nombre de coups de piston; mais encore de combien un air primitif qu'on y auroit enfermé dans un certain tems, auroit été plus ou moins rarefié de lui-même, que celui qu'on y auroit enfermé dans un autre tems, ce qui donne un moyen infaillible, de comparer les expériences qui demanderoient une grande précision. Car comme le remarque M. de *Fontenelle* * en parlant du *Manometre*, il ne faut pas compter que le Barometre, ni le Thermometre puissent servir en pareils cas; parce que le premier marque la rarefaction qui vient du poids de l'atmosphere, & l'autre celle qui vient de la chaleur; & comme ces deux causes agissent toutes deux ensemble, & se modifient l'une l'autre, elles mettent l'air dans un degré de rarefaction, qui n'est ni celui que marque le Barometre, ni celui que marque le Thermometre. Il faut donc avoir un troisiéme instrument qui puisse marquer le degré de rarefaction de l'air, tel que le produisent à chaque moment les deux causes différentes qui ont part à cet effet, & qui puisse faire dans le même tems les fonctions des deux autres.

* *Mémoires de l'Académie 1705.*

*Maniere de se servir du Barometre pour dilater l'air du récipient jusqu'à un certain point déterminé.*

805. L'on peut encore dilater l'air du récipient, jusqu'à un certain point déterminé, d'une maniere très-simple, en se servant d'un Barometre disposé exprès; car le poids de l'atmosphere étant en équilibre avec une colonne de Mercure de 28 pouces; si le même air étoit une fois plus dilaté, que dans son état naturel, il ne soutiendroit qu'une colonne de 14 pouces, & qu'une de 7, s'il étoit quatre fois plus dilaté que de coutume. Comme on ne peut se servir du Barometre ordinaire, à cause qu'il est trop grand, pour être mis sous le récipient, on pourra en faire un dont la hauteur ne sera que de 8 pouces, tout rempli de mercure, divisant comme à l'ordinaire, en un nombre de parties égales, la hauteur de 7 pouces. On pompera l'air tant que le mercure soit à la hauteur de 7 pouces au-dessus de celui de l'orifice, alors il sera quatre fois plus dilaté que dans son état

moyen, & continuant de pomper, on le dilatera selon telle proportion qu'on voudra, au-dessus du précédent, en observant les divisions marquées le long du tuyau; si l'on continue à pomper tant que le mercure approche d'être de niveau de part & d'autre, l'on verra sensiblement combien il faut donner de coups de piston pour évacuer tout l'air grossier.

806. Si l'on a une bouteille, où il y ait du mercure jusqu'à la hauteur AB, & un tuyau EF, ouvert par les deux bouts, dont l'un trempe dans le mercure jusques vers le fond, & que la surface du tuyau & le goulet de la bouteille soient intimement unis, de façon que l'air ne puisse sortir de la bouteille; lorsque celui du récipient se dilate, on voit le mercure s'élever dans le tuyau par la force du ressort de l'air qui est dans la bouteille, qui cherchant à se dilater aussi, presse la surface du mercure, qui ne l'étant plus à l'endroit du tuyau, est contraint de s'élever, tant que l'un & l'autre soient en équilibre. FIG. 11.

*La Poudre à Canon ne fait point d'effet dans la machine pneumatique.*

807. Si l'on y met de la *poudre à canon*, & qu'on l'allume au travers le récipient par le moyen d'un *verre ardent*; au lieu de s'enflammer avec détonation, elle ne fait que se fondre & bouillonner, parce que tandis que le salpêtre & le soufre se fondent par la chaleur, l'air qui étoit renfermé dans les grains, se raréfie, s'échappe & cause le bouillonnement, ce qui prouve manifestement, comme je me suis appliqué à l'insinuer dans le Bombardier François; *que la poudre enflammée n'est qu'un feu qui a la propriété de mettre l'air en action, & de débander son ressort avec beaucoup de promptitude, & qu'il n'y a que l'air ainsi raréfié qui produit tous les effets qu'on attribue uniquement à la poudre, mais fort mal à propos, puisqu'elle cesse d'agir aussi-tôt que les mollecules de l'air lui manquent.* Comme l'air a plus ou moins de ressort, selon qu'il est plus ou moins raréfié, & que la chaleur, le froid, l'humidité y causent continuellement des changemens considérables, il n'est pas étonnant que la même poudre produise tant d'inégalités dans ses effets, puisqu'elle se ressent nécessairement de toutes les variations de l'air. C'est pourquoi les expériences qui ont rapport à l'artillerie, ont besoin d'une précision bien au-dessus de celle qu'on y apporte ordinairement, puisqu'on ne peut connoître, de quelle part naissent les changemens qui surviennent, qu'en observant en même tems ceux qui arrivent à l'air; de sorte qu'à le bien prendre, on peut dire que l'art de jetter des bombes, devient l'objet non-seulement d'une Géometrie au-dessus des principes communs, mais encore d'une physique très-délicate.

*Un certain volume d'air pese plus en hyver qu'en été.*

808. On se sert aussi de la machine du vuide, pour connoître la pesanteur d'un certain volume d'air, afin de la comparer à celle d'un pareil volume qui seroit plus ou moins dilaté; on prend un *balon* de verre ou une bouteille, dont on adapte bien le goulot avec le tuyau de la seringue, afin d'en pomper l'air, comme l'on vuide celui du récipient; & après qu'on en a affoibli le ressort autant qu'il est possible, on ferme le tuyau, & on le sépare de la seringue; on pese la bouteille en cet état dans des balances fort justes, après quoi on ouvre le tuyau pour laisser rentrer l'air naturel, on pese encore le tout une seconde fois, la différence des deux poids donne celui de l'air grossier de la bouteille, dont il est aisé de connoître le volume par le poids de la quantité d'eau qu'elle peut contenir (626). C'est ainsi que M. Homberg a trouvé par des expériences faites avec beaucoup d'exactitude, *qu'un pied cube d'air pesoit en été 7 gros 9 grains, & en hyver 14 gros, & environ 19 grains*; c'est-à-dire un peu plus d'une once, six gros, qui est le même poids que nous avons trouvé par le calcul du Barometre dans l'article 792; *ainsi l'on peut conclure, qu'en France l'air ne pese en été que la moitié de ce qu'il pese en hyver*. Une si grande différence vient selon M. Homberg, d'un plus grand mouvement de la matiere subtile qui produit une chaleur plus grande, & sépare en été les mollecules de l'air les unes des autres, & leur donne un moyen de déployer leur ressort; au lieu qu'en hyver y ayant une moindre quantité de cette matiere répandue dans l'air, ou celle qui s'y trouve ayant moins de mouvement, les mollecules se raprochent les unes des autres, & il s'en trouve par conséquent davantage dans un même volume. Ainsi l'air pese plus ou moins selon la quantité de matiere étrangere dont il est chargé; dans les grandes chaleurs il est plus leger, parce qu'il contient plus de matiere subtile, & en hyver il pese davantage, parce qu'il en contient beaucoup moins. Il suit de ce raisonnement & de l'article 807, que la poudre à canon doit avoir beaucoup moins de force en été qu'en hyver, parce qu'elle trouve beaucoup moins de parties d'air à raréfier, & c'est ce que j'ai éprouvé dans un grand nombre d'expériences.

FIG. 3.

Cependant le mercure du barometre ne laisse pas d'être toujours élevé à 27 ou 28 pouces dans une saison comme dans l'autre, au lieu qu'il devroit ce semble, être élevé en hyver du double de ce qu'il est en été. Cela vient de ce que la colonne d'air qui pese sur l'orifice de la phiole du Barometre, est toujours dans sa totalité, d'un poids à peu près égal dans quelques saisons

que ce soit; mais qu'elle est plus dilatée environ du double, en été de ce qu'elle est en hyver, ainsi qu'il arrive à des liqueurs, dont une certaine mesure ne laisse pas d'égaler son même poids quoiqu'elle se soit toute mise en mousse.

809. On peut conclure de ce qui précede, qu'on n'a jamais le véritable poids des corps qui ont beaucoup de volume, tels que les balots de laine, de cotton, de crins, &c. puisque ces balots pesent moins dans l'air que dans le vuide de tout le volume d'air dont ils occupent la place, & d'autant moins que cet air est lui-même plus pesant, ainsi il est plus avantageux d'acheter ces sortes de marchandises en hyver qu'en été.

*On n'a jamais exactement la pesanteur des corps qui ont beaucoup de volume.*

810. On a un pareil intérêt, s'il s'agit de liqueurs qui se vendent à la mesure, de les acheter plutôt l'hyver que l'été, puisqu'un même vase en contiendra davantage; par exemple, on voit dans la table de l'art. 339. que le pied cube de vin de Bourgogne pese en été 69 ℔ 9 onces, & en hyver 68 ℔ 1 once qui est une différence de 24 onces par pied cube; & comme le muid en contient 8, il suit qu'il contiendra en hyver 12 ℔ de vin, ou environ 6 pintes de Paris plus qu'en été; je laisse à penser à bien des gens, si la Physique est une science purement curieuse.

811. La raréfaction de l'air peut devenir très-considérable, si l'on en juge par les conséquences qu'on a tiré de plusieurs expériences. Monsieur Mariotte qui en a fait plus que personne, rapporte qu'un certain volume d'air, tel que celui que nous respirons, doit être dilaté quatre mille fois, pour être dans son étendue naturelle; c'est-à-dire que s'il étoit possible de porter un pied cube d'air de dessus la surface de la terre au haut de l'atmosphere, il occuperoit une espace de 4000 pieds cubes.

812. Par tout ce qui précede, on a dû voir que le ressort de l'air diminuoit à mesure qu'il étoit plus dilaté, & il est naturel de conclure qu'il doit au contraire augmenter à mesure qu'il est plus condensé; en effet si l'atmosphere étoit pressée par quelque cause que ce fut, les mollecules de l'air s'approcheroient davantage les unes des autres, feroient plus d'effort qu'elles n'ont coutume d'en faire pour se remettre dans leur état naturel; c'est-à-dire qu'elles auroient une plus grande force de ressort, & soutiendroient une colonne de mercure plus haute que de 28 pouces. M. Mariotte & plusieurs autres après lui ont fait des expériences pour voir *si le ressort de l'air augmentoit à proportion des poids, dont il étoit chargé*, comme on avoit lieu de le présumer, & ils ont trouvé que cela étoit.

*Le ressort de l'air augmente dans la raison des poids dont il est chargé.*

Fig. 7. On prend un tuyau de verre ABDI, recourbé, dont le bout A, de la petite branche doit être scellé hermetiquement ; par l'autre bout I, on verse du mercure pour remplir la partie inférieure BD du tuyau, prenant garde qu'il n'entre dans la branche AB, plus d'air qu'il n'y en avoit auparavant, afin que celui qu'on y enferme reste en équilibre par son ressort avec 28 pouces de mercure, si le Barometre est à cette hauteur dans l'endroit où on fait l'expérience : continuant à verser du mercure, il se soutiendra à des hauteurs inégales dans les deux branches ; car celui qui passera dans la plus courte AB venant occuper une partie de la place de l'air qui s'y trouve, n'ayant aucune ouverture pour s'échapper, se réduira en un plus petit volume ; & si l'on suppose qu'il n'occupe plus que AF, moitié de AB, tirant la ligne horisontale FG, on verra que le mercure se soutiendra à la hauteur GH de 28 pouces ; & comme les deux colonnes FB & GD sont en équilibre entre-elles, le ressort de l'air contenu dans l'espace AF, sera égal au poids de 28 pouces de Mercure GH, plus à celui de l'atmosphere qui presse la surface HM, par conséquent au poids de 56 pouces de mercure.

Si l'on continue à en verser, tant que l'air soit réduir à l'espace AK, moitié de AF, ou le quart de AB, tirant la ligne horisontale KL, l'on verra que le mercure sera monté jusqu'à la hauteur LO de 84 pouces, ausquels joignant 28 pouces, poids de l'atmosphere, l'on aura 112 pouces pour la colonne de mercure équivalente à la force du ressort de l'air réduir dans l'espace AK ; ce qui prouve que son ressort augmente dans la proportion des poids dont il est chargé, ou dans la raison inverse de la diminution de son volume, d'où l'on déduit ce principe général.

*Régle générale sur la force du ressort de l'air condensé.*

813. *Que le produit de l'espace qu'occupe un certain volume d'air ; par la charge qu'il soutient en cet état, est toujours égal au produit de l'espace où il s'est condensé par le poids qu'il porte alors.*

Ainsi, prenant le nombre 28, pour exprimer la colonne de mercure qui est en équilibre avec le ressort de l'air, si le Barometre est à cette hauteur dans le moment de l'expérience, on aura toujours quatre termes réciproquement proportionels, dont il sera aisé d'avoir celui qu'on ignore. L'air a encore cette proprieté qu'étant condensé, la force de son ressort ne s'affoiblit pas par la suite du tems. M. de *Roberval* ayant chargé une Arquebuse à vent comme à l'ordinaire, la laissa pendant 16 ans sans y toucher, au bout de ce tems son effet fut aussi grand que si elle avoit été chargée sur le champ.

814. A

814. A l'égard de la dilatation de l'air, l'expérience fait voir aussi que *la force de son ressort diminue dans la raison inverse de l'augmentation de son volume*; c'est-à-dire qu'un certain volume d'air venant à occuper un espace double ou triple, n'aura plus que la moitié ou le tiers de la force de ressort qu'il avoit auparavant; voici comme on peut s'en convaincre.

*La dilatation de l'air en diminue le ressort.*

On prend un tuyau de verre que nous supposons de 38 pouces, scellé hermetiquement par un bout, dans lequel on verse du mercure sans le remplir entierement, afin d'en laisser une partie occupée par l'air, qui sera si l'on veut de 2 pouces; mettant ensuite le doigt sur le trou ouvert, on renverse le tuyau pour le plonger dans un vaisseau EF, où il y a du mercure; aussi-tôt l'air qu'on y a laissé gagne le haut du tuyau, le mercure descend, & se soutient suspendu à une hauteur CB, au-dessous de 28 pouces, parce qu'il n'est pas seul dans le tuyau à soutenir le poids de l'atmosphere, étant aidé par l'air qui est avec lui, lequel trouvant à se dilater dans l'espace abandonné par le mercure, perd une partie de la force de ressort qu'il avoit auparavant; cependant celle qui lui reste, jointe au poids du mercure du tuyau, faisant équilibre avec l'air exterieur; si le mercure est demeuré à la hauteur de 24 pouces au-dessus de la surface de celui du vaisseau, la force du ressort de l'air compris dans la hauteur AB ne pourra plus faire équilibre qu'avec une colonne de 4 pouces de mercure, c'est-à-dire avec la septiéme partie de celle qu'il soutenoit auparavant; aussi au lieu d'occuper un espace de 2 pouces, qui est celui où on l'avoit renfermé d'abord, il en occupera un de 14, ou sept fois plus grand, d'où l'on déduit encore cette regle générale.

FIG. 9.

815. *Que le produit de l'espace qu'occupe l'air par la charge qu'il soutient dans l'état où il se trouve à l'égard du Barométre, est toujours égal au produit de l'espace dans lequel il s'est dilaté, par le poids dont son ressort est capable alors*; ce qui donne quatre termes réciproquement proportionnels, dont il sera toujours aisé de connoître celui qui manquera.

*Regles générales sur la dilatation de l'air.*

C'est sur ce principe qu'on a trouvé le moyen de faire des Barométres dont l'atmosphere ne soutient gueres que quatre pouces de mercure, parce que le reste du tuyau qui est d'environ 2 pouces, au lieu d'être privé d'air grossier comme à l'ordinaire, en contient dont le ressort est en équilibre avec 24 pouces de mercure, qui étant ajouté avec quatre pouces, est équivalent à une colonne de 28; ainsi lorsque l'air exterieur change par les causes ordinaires, l'air du tuyau se condense ou se dilate, & le mercure

monte ou defcend auffi fenfiblement que dans les Barométres fimples, dont on a coutume de fe fervir; cependant les petits ne m'ont pas paru auffi juftes.

*Conféquence de la dilatation de l'air au sujet de l'afpiration de l'eau dans les tuyaux.*

FIG. 12.

816. L'on peut conclure, que fi peu qu'il y aura d'air dans l'efpace BC, compris entre le pifton & la furface de l'eau, dans un tuyau d'afpiration, la colonne DC ne parviendra pas à la hauteur de 32 pieds, quoique le poids de l'air exterieur foit alors équivalent à cette colonne, parce que le reffort de l'air de l'efpace BC, fi dilaté qu'il foit, agira toujours fur la furface C; il eft vrai qu'à mefure qu'on élevera le pifton plus haut, l'eau montera davantage, mais fans jamais parvenir à la hauteur que nous venons de dire; cet article deviendra effentiel quand nous parlerons des Pompes afpirantes.

*La chaleur augmente la force du reffort de l'air.*

817. L'air a auffi la proprieté d'augmenter confidérablement la force de fon reffort par l'action de la chaleur; il faut concevoir que la chaleur confifte en une infinité de petites particules extrémement agitées, qui venant à pénetrer les corps qui enferment de l'air, s'infinuent parmi les mollecules, qui occupent alors un bien plus grand volume qu'auparavant, fi rien ne leur fait obftacle; mais fi elles font retenues & comme emprifonnées par la réfiftance de quelque corps, elles font effort de toutes parts contre les mêmes corps pour les écarter, & c'eft la caufe des effets furprenants de la Poudre à Canon, & des feux fouterrains. Or comme plus le nombre des mollecules fera grand, étant renfermées, plus leur force élaftique fera confidérable, quand elles feront mifes en action par la chaleur; *il fuit que l'air condenfé venant à fe rarefier, a une bien plus grande force de reffort, que s'il étoit en équilibre avec celui que nous refpirons; & qu'ainfi la force du reffort de l'air renfermé, augmente encore dans la proportion inverfe de la diminution de fon volume, quoique rarefié avec un même degré de chaleur.*

*La force que le reffort de l'air a acquis par la chaleur, diminue à mefure qu'il peut fe dilater.*

818. Cependant il eft à remarquer que fi l'air que l'on rarefie par la chaleur venoit par fon effort à agrandir la capacité de l'endroit où on l'a renfermé, la force de fon reffort diminueroit dans la raifon que fon volume augmenteroit; par exemple, l'on fuppofe que fi l'air renfermé dans un globe d'airain d'un pied de diamétre, étant rarefié à un certain point, en avoit augmenté la capacité jufqu'à avoir deux pieds de diamétre; la force de fon reffort ne fera plus que la huitiéme partie de ce qu'elle eût été, fi la furface du globe étoit reftée inflexible; de même fi on avoit un cylindre creux dont un des cercles qui fert de fond fut inflexible, & que l'autre qui lui eft oppofé put s'en éloigner, pour agrandir la capa-

cité du cylindre; l'air qui feroit dedans venant à fe dilater, fans trouver aucune ouverture pour s'échapper, la force de fon reffort fera diminuée dans la raifon de l'augmentation de la hauteur du cylindre ; que fi la hauteur du cylindre étoit devenue double, chaque cercle ne foutiendroit plus que la moitié de l'effort dont l'air rarefié auroit été capable, s'il ne s'étoit point dilaté.

*Le froid diminue la force du reffort de l'air.*

819. Le froid diminue beaucoup la force du reffort de l'air, & même avec plus de promptitude que la chaleur ne l'augmente, c'eft ce que l'on remarque quand on plonge la boule du Thermometre dans de l'eau froide, les mollecules de l'air qui fe trouvent dans l'efprit-de-vin venant à fe refferer, occupent moins d'efpace, & la liqueur defcend dans le tuyau.

Pour faire voir que la chaleur agit avec beacoup de promptitude pour augmenter le reffort de l'air; voici comme on en pourra faire l'expérience.

*Expérience fur la force que le reffort de l'air acquiert par la chaleur de l'eau bouillante.*

FIG. 8.

820. On prend un tuyau de verre recourbé ABDC, dont une des branches eft beaucoup plus courte que l'autre; à l'extrémité de la petite doit être un balon, dont l'air qu'il contient puiffe avoir communication avec celui du tuyau. On verfe du mercure par le trou A, tant qu'il en entre dans la boule jufqu'à une hauteur arbitraire EG; alors une partie de l'air qui étoit dans le tuyau, qui n'a pû fortir par le trou A, fe réunit à celui du balon, qui fe trouve réduit dans l'efpace EFG, où la force de fon reffort augmente dans la raifon inverfe de la diminution de fon volume. (813) Ainfi prolongeant la ligne horifontale EG jufqu'en B, le mercure fe trouvera élevé dans la grande branche à une hauteur BH, qui fera par exemple de 12 pouces : dans cet état le reffort de l'air de la boule fera en équilibre avec la colonne BH plus le poids de l'atmofphere; par conféquent avec une colonne de mercure de 40 pouces. Si l'on plonge la boule dans l'eau bouillante, la chaleur agiffant fur l'air qu'elle renferme pour le dilater, augmentera fon reffort, lequel preffera la furface EG du mercure beaucoup plus qu'il ne faifoit auparavant, & le fera remonter dans la grande branche, au-deffus du point H comme en I; à une hauteur HI d'environ 13 pouces, c'eft-à-dire à une hauteur qui fera à peu près le tiers de la colonne de 40 pouces de mercure avec lequel il étoit en équilibre avant que d'avoir été échauffé par l'eau bouillante, & le mercure ne monte pas plus haut, quoique l'on continue à laiffer le balon dans l'eau bouillante. Ce qui fait voir que *la chaleur de l'eau bouillante, a des bornes qui fe terminent à augmenter d'un tiers la force du reffort de l'air*, en quelque état qu'il fe

trouve dans le balon avant de l'avoir plongé dans l'eau bouillante; ſelon que ſon reſſort ſera plus ou moins augmenté par le poids du mercure qu'on aura mis dans le tuyau en plus ou moins grande quantité; c'eſt-à-dire que la force de ſon reſſort, devant & après avoir mis le balon dans l'eau, ſeta toujours dans le rapport de 3 à 4; d'où il ſuit que la chaleur de l'eau bouillante, ne peut augmenter la force du reſſort de l'air que nous reſpirons, au-deſſus de celle qu'il a naturellement, que juſqu'à lui faire ſoutenir le tiers d'une colonne de mercure de 28 pouces, c'eſt-à-dire de 9 pouces & quelques lignes. M. Amontons eſt le premier qui ſe ſoit appliqué à cette recherche, comme on peut le voir dans les Mémoires de l'Academie Royale des Sçiences de l'année 1699, où l'on trouvera auſſi, que le même Auteur ayant voulu ſçavoir ſi l'eau ſalée n'acquerroit pas lorſqu'elle bout plus de chaleur que l'eau douce, a fait diſſoudre environ 6 ℔ de ſalpêtre brut dans deux pintes d'eau commune, dans laquelle il mit encore une quantité aſſez conſidérable de ſel marin; ayant fait bouillir le tout, & repeté l'expérience précédente, il n'a point trouvé que le mercure ſoit monté plus haut, que l'endroit où l'avoit fait monter l'eau douce.

*Ordinairements en France, le plus grand froid de l'hyver ne va qu'à un ſixieme de la diminution de la plus grande chaleur de l'été.*

821. Des Sçavans ayant fait les mêmes expériences en différens endroits de la Terre, dont le réſultat s'eſt trouvé conforme à ce qui arrive en France, on peut dire avoir préſentement dans la nature un degré de chaleur égal en quelqu'endroit où l'on ſe trouve, duquel l'on peut, comme d'un point fixe, commencer à compter tous les autres degrés de chaleur, ſoit au-deſſus ſoit au-deſſous de celui que donne l'eau bouillante, puiſque toute chaleur moindre donnant moins de reſſort à l'air, il doit ſoutenir moins de mercute, outre le poids de l'atmoſphere, de ce que l'eau bouillante lui en fait ſoutenir. Ainſi l'on peut dire que l'extrême froid feroit celui qui réduiroit l'air à ne plus ſoutenir aucune charge par ſon reſſort; mais il y a bien de l'apparence que ce froid extrême n'exiſte en nul endroit du monde, ſi l'on en juge par la grande différence qui ſe rencontre entre ce premier degré de froidure, & ce que nous prenons en France pour le plus grand froid; l'expérience faiſant connoître que la hauteur du mercure à Paris pendant le plus grand chaud, eſt à ſa hauteur pendant le plus grand froid, comme 6 eſt à 5, qui n'eſt qu'un ſixiéme de diminution, du plus grand chaud au plus grand froid.

822. Comme il n'y a point à douter que le reſſort de l'air renfermé dans la boule EFG, n'augmente ou ne diminue dans les mêmes proportions que la chaleur qui agit ſur cette boule, & que

FIG. 8.

la hauteur du mercure renfermé dans la branche AB suit les mêmes proportions que le ressort de l'air ; l'on peut par le moyen de ce Thermometre connoître tous les degrés de chaleur au-dessous de l'eau bouillante, en appliquant à côté du tuyau une division qui commence par zero, au point où la chaleur de l'eau bouillante aura fait monter le mercure ; mais il faudra prendre garde, quand on voudra faire des observations sur ce Thermometre, à l'état actuel de la pesanteur de l'atmosphere ; ce que l'on connoîtra par le Barometre. J'entends que si le mercure monte au-dessus de 28 pouces dans le Barometre, il faudra retrancher la hauteur excédente de celle où sera le mercure dans le Thermometre, & qu'au contraire si le mercure descend au-dessous de 28 pouces dans le Barometre, il faudra ajouter la différence à la hauteur du Thermometre, pour avoir exactement le degré de chaleur qui est dans l'air, eu égard à celui de l'eau bouillante.

Ce Thermometre peut servir à connoître la temperature des climats les plus éloignés, à rectifier les observations faites sur les Thermometres ordinaires, en différens tems, & en des lieux différens, & à transmettre à la posterité les expériences que l'on a faites, aussi-bien que celles qu'on pourra faire sur ce sujet.

*Expériences faites en Angleterre sur le plus grand degré de chaleur, dont plusieurs corps peuvent être capables.*

823. Puisque j'en suis sur la chaleur, je crois qu'il ne sera pas hors de propos de rapporter quelques expériences curieuses faites en Angleterre par M. *Newton*, extraites des *Transactions Philosophiques*, article 270. Pour avoir un point fixe, cet Auteur se sert de la chaleur qui regne sous la zone *torride* qu'il prend pour premier degré ; ainsi quand il dit, par exemple, que la chaleur de l'eau bouillante est de trois degrés, il entend qu'elle est triple de celle de l'air sous la zone, de même des autres corps, comme on en va juger.

| | |
|---|---|
| Chaleur sous la zone torride. | 1 |
| Chaleur du corps humain. | 1 |
| Chaleur de l'eau bouillante. | 3 |
| Chaleur de l'Etain fondu. | 6 |
| Chaleur du Plomb fondu. | 8 |
| Chaleur du feu de Charbon de terre. | 16 |
| Chaleur d'un grand feu de bois. | 17 |
| Chaleur d'un fer rouge. | 16 à 17 |

*La chaleur du corps humain est ordinairement égale à celle qui regne sous l'équateur.*

824. Comme la chaleur du corps humain semble interesser plus que toute autre, j'ajouterai ici de quelle maniere on s'est apperçu qu'elle étoit la même que celle qui regne sous l'équateur. M. *Derham* dans sa *Théologie Physique*, Livre premier, Chapitre second, rapporte qu'avec des Thermometres faits à Londres, qui

ont été portés sous la zone, on a observé que la liqueur montoit entre 284 & 288 lignes ou dixiéme de pouces d'Angleterre au-dessus de la boule; qu'ayant voulu comparer cette chaleur avec celle de son corps, au mois de Juillet 1709, dans un jour assez chaud, & où il n'avoit fait aucun exercice; il plaça la boule d'un semblable Thermometre sous l'aisselle, & à quelqu'autre endroit du corps, où il regne ordinairement le plus de chaleur, la liqueur du Thermometre monta à 284 lignes. Il fit la même expérience, dans un jour aussi chaud qu'il s'en rencontre ordinairement en Angleterre, s'étant d'ailleurs échauffé le corps par autant d'exercice qu'il en pouvoit prendre sans s'incommoder; quoiqu'il pût faire, la liqueur n'a pas monté au-delà de 288 lignes. Il ajoute que la différence entre ces deux expériences lui parut bien peu de chose en comparaison de la chaleur de son corps qui lui sembla beaucoup plus grande dans la seconde expérience que dans la premiere: il en a fait d'autres en hyver, qui lui ont donné les mêmes choses, d'où il conclut que la chaleur du corps humain en santé, est à peu près la même en été & en hyver, & qu'elle est égale à celle de l'air qui regne dans la partie la plus échauffée de la terre, comme le rapporte M. Newton.

Je crois ne pouvoir plus à propos désabuser ceux qui s'imaginent que les eaves sont froides en été, & chaudes en hyver, quoiqu'il arrive le contraire, ce que je vais prouver en suivant les vûes de M. Mariote qui a écrit un fort beau discours sur ce sujet.

*Dissertation pour faire voir, contre l'opinion commune, que les caves sont plus chaudes en été, qu'en hyver, & plus froides en hyver qu'en été.*

825. La plûpart des choses naturelles faisant leurs fonctions par la chaleur, soit qu'elle soit interne & propre, comme celle des hommes & des autres animaux, soit qu'elle soit externe comme celle que les plantes reçoivent du Soleil; le degré de chaleur qui leur convient ne peut être notablement augmenté ou diminué qu'elles ne perissent. C'est pourquoi le sens de notre attouchement a dû être disposé de telle sorte, que tout ce qui excede la temperature de notre chaleur, nous paroît chaud, & que tout ce qui a moins de chaleur que nous, excite un autre sentiment tout différent, que nous appellons froid, afin que nous puissions éviter les inconvéniens qui arriveroient par l'augmentation ou par la diminution de notre chaleur naturelle, & nous conserver dans notre juste tempérament. Mais d'en tirer cette conséquence que tout ce que nous sentons froid soit absolument sans chaleur; c'est une erreur très-grossiere; car de même que quelques animaux qui sont naturellement plus chauds que nous, se tromperoient, si en nous touchant, ils nous jugeoient sans

chaleur, auſſi nous trompons-nous, lorſque nous eſtimons froids abſolument, ceux qui ont leur tempérament de chaleur dans un degré inferieur au nôtre.

826. Ce n'eſt donc pas par le ſentiment du froid, que nous devons juger ſi une choſe eſt ſans chaleur, mais par des raiſonnemens fondés ſur d'autres principes & par les effets que la chaleur produit ordinairement; ainſi c'eſt à tort que la plûpart ſe plaignent que nos ſens nous trompent; ce n'eſt point à eux qu'il faut s'en prendre, mais plutôt au défaut de notre maniere de raiſonner; car les ſens ne nous ſont pas donnés pour juger des choſes telles qu'elles ſont en elles-mêmes, mais ſeulement telles qu'elles ſont à notre égard, afin que nous puiſſions éviter celles qui nous ſont nuiſibles, & nous ſervir de celles qui ſont propres à notre conſervation.

Si on ſuppoſe que dans les caves ordinaires, il n'y a point d'autre chaleur que celle qui procede du Soleil, il n'y a point de doute que pendant les premieres chaleurs de l'été, les caves très-profondes ne doivent être moins échauffées qu'au commencement de Septembre parce que la chaleur ne s'inſinuant que peu à peu dans la terre il faut beaucoup de tems avant qu'elle ait pénétré juſqu'aux ſouterains; le Soleil ayant luit tout le jour, la ſurface de la terre eſt plus échauffée à trois heures après midi, qu'à dix ou onze heures du matin, & il fait ordinairement moins chaud au ſolſtice d'été, qu'un mois ou ſix ſemaines après; par la même raiſon la plus grande chaleur des caves profondes doit être vers la fin de l'été, & le plus grand froid vers la fin de l'hyver, parce qu'elles s'échauffent & ſe refroidiſſent peu-à-peu.

M. Mariotte voulant ſçavoir, ſi l'expérience ſeroit conforme à ce raiſonnement, fit placer un Thermometre dans une des caves de l'Obſervatoire Royal de Paris. Ayant ſuivi pendant pluſieurs années les variations de ce Thermometre, il a reconnu que la liqueur deſcendoit dans le tems des plus grands froids de l'hyver, & montoit au plus haut point, dans le tems des plus grandes chaleurs de l'été, ainſi ſans entrer dans le détail, il n'en faut pas davantage pour être convaincu, que la chaleur qui regne dans les caves, eſt plus grande en été qu'en hyver.

Cependant comme les caves paroiſſent froides en été, & chaudes en hyver, il ne faut pour rendre raiſon de ces apparences; que faire attention, que ſi l'on met la main dans l'eau bouillante; & qu'auſſi-tôt on la trempe dans de l'eau tiede; cette derniere paroîtra froide; & au contraire ſi on met la main dans de

l'eau prête à se gêler, ensuite dans l'eau tiede, celle-ci paroîtra chaude. De même lorsqu'en été on sort d'un air fort échauffé, pour entrer dans une cave où il est beaucoup moins chaud, ce dernier paroît froid, & devient à l'égard de celui de dehors, ce que l'eau tiede est à l'égard de l'eau bouillante; au contraire lorsqu'en hyver l'on sort d'un air très-froid pour entrer dans une cave, l'air y paroît chaud, parce qu'il a moins perdu de son degré de chaleur que celui de dehors, & le sentiment qu'occasionne l'air de la cave en été & en hyver, doit être d'autant plus vif, qu'en été les pores de notre peau, étant fort ouverts, dès qu'on passe dans un endroit où l'air n'est que médiocrement chaud, il nous surprend en s'insinuant dans l'interieur des mêmes pores, qui se trouvants alors très-chauds & très-sensibles sont cause que l'on regarde comme froid, une chaleur moindre que celle que nous sentons, au contraire de ce qui arrive en hyver, le propre du froid étant de resserrer les pores, mais qui se dilatent quand l'on passe dans un air qui a moins perdu de sa chaleur.

*Description d'une Pompe par laquelle on peut faire monter l'eau à une hauteur médiocre par l'action alternative du chaud & du froid.*

827. Tandis que nous en sommes sur l'action du chaud & du froid, je crois qu'on ne sera pas fâché de trouver ici la description d'une pompe naturelle qui peut élever l'eau à une hauteur médiocre par le moyen de ces deux agens.

Elle est composée d'un vaisseau spherique NBAC qu'il convient de faire de cuivre, & lui donner le plus grand diametre qu'il est possible; à ce vaisseau sont adaptés vers le bas deux tuyaux, le premier NK qui est vertical, & qui trempe dans l'eau qu'on veut élever, doit avoir à son extrémité K une soupape.

FIG. 18. Le second tuyau EFG qui va en montant aboutit par son extrémité G au reservoir H où l'on veut que l'eau aille se rendre, & doit avoir aussi une soupape en F disposée de façon qu'étant fermée, l'eau qui est une fois montée dans le tuyau ne puisse plus descendre, & faire attention que l'autre extrémité G de ce tuyau doit être plus élevée que le sommet de la Sphere.

Pour faire agir cette machine, il faut qu'elle soit exposée de façon que le Soleil puisse donner dessus pendant toute la journée; on commence d'abord par verser de l'eau dans la Sphere environ jusqu'aux deux tiers BNC que l'on introduit par un orifice A qu'il faut ensuite fermer, afin que l'air qui occupera le reste BAC de la capacité de la Sphere, ne puisse sortir.

Pour juger de l'effet de cette pompe, considerés que l'air renfermé dans la partie BAC venant à être échauffé par les rayons du

du Soleil, tendra à se dilater, & pressera la surface de l'eau, laquelle ouvrira la soupape qui est en F, poussera celle qui est dans le tuyau FG, la fera passer dans le reservoir H, & suivra le même chemin pour y couler elle-même, tant que la chaleur du Soleil donnera assez de ressort à l'air renfermé pour presser la surface BC autant qu'il est nécessaire. Quand la chaleur sera passée, la fraîcheur de la nuit succedant, les mollecules de l'air interieur se resserreront, n'auront pas tant de ressort que pendant le jour, & même beaucoup moins que l'air exterieur, parce que celui qui est renfermé occupant un plus grand volume qu'au commencement que la chaleur a agit, se sera dilaté dans l'espace vuide qu'a laissé l'eau qui est montée le jour. Car la Sphere ayant été remplie aux deux tiers d'eau, s'il en est monté la moitié, par exemple; l'air qui n'occupoit qu'un tiers de la Sphere, en occupera les deux tiers, & sera dilaté du double de l'air exterieur, ainsi ce dernier ayant l'avantage pressera la surface MI, de l'eau de la fontaine ou du puits, où trempe le tuyau NK, & la fera monter dans le même tuyau pour passer dans la sphere jusqu'à la hauteur où son poids, joint à la force du ressort de l'air interieur sera en équilibre avec celui de dehors, & l'un & l'autre demeureront dans cet état, jusqu'au tems où le Soleil échauffera de nouveau l'air interieur, pour faire monter l'eau comme auparavant. Ainsi la fraîcheur fera monter l'eau pendant la nuit de la fontaine dans la Sphere, & pendant le jour la chaleur la fera monter de la Sphere dans le reservoir. Au reste cette pompe ne peut gueres réussir comme il faut, que dans les pays où les jours sont fort chauds, & les nuits très-froides.

828. L'humidité a la proprieté d'augmenter considérablement la force du ressort de l'air; c'est-à-dire que si un air chargé de vapeurs vient à se raréfier par la chaleur, il se raréfie davantage; alors étant renfermé il fait beaucoup plus d'effort pour se dilater, qu'il n'en eut fait, quoique mis en action avec un même degré de chaleur, s'il avoit été pur & serein; ce qui est confirmé par plusieurs expériences. *L'humidité augmente la force du ressort de l'air.*

J'ai mis plusieurs fois des bouteilles de gros verre bien bouchées dans de l'eau bouillante, celles où il n'y avoit que de l'air ne cassoient point; mais les autres où j'avois mis une demi cuillerée d'eau, éclatoient un moment après avec une grande détonnation. Nous verrons par la suite, en expliquant les machines qu'on fait agir par l'action du feu, que si l'on renferme dans un vaisseau de fer ou d'airain bien bouché de l'eau & de l'air;

que faisant bouillir l'eau, la vapeur qu'elle exhale augmente le ressort de l'air à un point qui est à peine incroyable.

*L'eau est toute impregnée d'air, expérience sur ce sujet.*

829. Je ne dois pas oublier de dire que l'eau est toute remplie d'air; si on met de l'eau dans un vase, qu'on le place sous le récipient de la machine du vuide, on voit après un certain nombre de coups de piston, des bulles d'air, s'élever du fond de l'eau jusqu'à la surface où elles se dissipent, ce qui continue jusqu'à ce que le vuide soit entierement fait, après quoi l'on ne voit plus monter de bulles, quelque tems que l'eau reste dans la machine. Si l'on retire cette même eau pour la faire un peu chauffer, & qu'on la remette sous le récipient, à mesure que l'on pompe, on en voit sortir des bulles beaucoup plus grosses qu'auparavant, & il se fait une effervescence plus grande que celle qui seroit causée par le feu, qui diminue à mesure que l'eau refroidit, & ne cesse que quand elle est entierement froide. Quoiqu'il soit déja sorti de cette eau beaucoup d'air, elle en contient encore une grande quantité, puisque si on la fait chauffer une seconde fois, mais un peu plus que la premiere, on en tirera autant d'air qu'il en étoit sorti; continuant à diverses reprises de faire chauffer l'eau de plus en plus, on verra toujours sortir de nouvel air.

830. Ce n'est pas seulement avec les liqueurs, que l'air a de l'adhérence, il en a aussi avec les corps solides: par exemple si l'on met une aiguille sur la surface d'un verre d'eau, elle se soutient, quoique sa pesanteur spécifique soit beaucoup plus grande que celle de l'eau, ce qui vient de l'adhérence des parties de l'air à l'aiguille, & comme cette aiguille ne touche l'eau que le long de sa partie inferieure, le reste est comme porté dans une petite gondole d'air: cela est si vrai que dès qu'on mouille l'aiguille pour en écarter l'air qui lui est contigu, elle ne furnage plus.

*Remarque sur l'eau convertie en glace.*

831. L'eau est plus legere étant glacée, que lorsqu'elle est liquide, puisqu'elle furnage ou flotte sur elle-même; M. Mariote compte qu'elle est plus legere de $\frac{1}{14}$, au contraire de ce qui arrive à l'air que le froid condense. Cela ne peut provenir que des bulles d'air, dont la substance de la glace est parsemée, qui ayant abandonné les pores de l'eau au moment qu'elle a commencé à se geler, se sont rassemblées par peloton, & comme elles ont alors plus d'agitation & de force qu'auparavant pour s'étendre, elles font occuper à l'eau gelée, plus de volume que la même quantité n'en occupoit auparavant. C'est ce qui fait que l'eau qui remplit quelque vase, s'enfle & sort du vase à mesure qu'elle se glace, & même le brise souvent à moins que sa figure n'aille en

s'élargissant du fond vers les bords, afin que l'eau puisse se gonfler librement autant que l'air qu'elle contient le demande.

Ce qui confirme que la dilatation de l'eau glacée ne vient que de l'extension de l'air qu'elle contient, c'est l'expérience de l'eau que l'on a fait bouillir pendant quelque tems pour en faire sortir l'air, ou en la mettant sous le récipient de la machine du vuide; puisque dans ces deux expériences on voit sensiblement une infinité de bulles d'air sortir de toute l'étendue de l'eau, si l'on fait glacer ensuite cette eau, en l'exposant au grand froid, ou par artifice, & qu'on la plonge en cet état dans de pareille eau non glacée, elle descend au fond au lieu de surnager, ce qui marque qu'elle est alors plus pésante, ne contenant plus d'air pour la dilater : au reste quand elle en est toute impregnée, elle ne laisse pas de se condenser un peu par le froid, puisqu'elle est plus pésante en hyver qu'en été environ dans le rapport de 373 à 370.

L'eau dont on a tiré l'air s'en remplit en peu de tems y étant exposée, comme l'expérience le confirme; c'est pour cela que lorsque la gelée dure quelque tems, on est obligé de casser la glace des étangs & autres réservoirs, où il y a du poisson, afin qu'ils en reprennent de nouveau; car l'air est si nécessaire à la subsistance du poisson, aussi bien qu'à celle des autres animaux, qu'il ne sçauroit vivre dans l'eau dont on a attiré l'air; il y tombe aussi-tôt en défaillance, comme si on l'avoit mis sous la machine du vuide, & on ne peut le rapeller à la vie, qu'en le mettant dans de l'eau, qui n'est pas purgée d'air.

*Conjecture sur la maniere dont le feu agit pour dilater les fluides.*

832. Si le froid a la proprieté de durcir les parties de l'eau, & de les condenser, la chaleur au contraire les rend plus fluides, & en augmente extrêmement l'action, puisqu'elle devient capable de pénetrer & de dissoudre des corps durs, ce qui marque que ses parties sont alors dans une grande agitation; or cette agitation peut être causée ou par la matiere du feu que l'on met dessous, laquelle pénetrant au travers du vase qui la contient, remplit toute sa substance, ou par les rayons du Soleil rassemblés par un miroir ardent : mais ce qu'il y a de bien singulier, c'est que le degré de chaleur de l'eau bouillante ainsi que des autres liqueurs est limité, & ne croît pas à mesure qu'on augmente le feu, ce qui vient sans doute de ce que les parties du feu ou de la lumiere n'augmentent plus l'action de l'eau quand elles sont entierement détachées les unes des autres, & qu'elles ont leur liberté toute entiere.

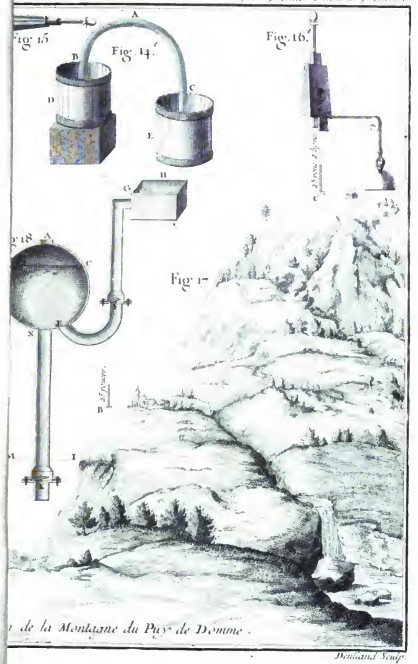
Pendant cette agitation, les parties du feu qui demandent toujours à s'étendre, enlevent avec elles quantité de parties d'eau, & ce composé de parties de matiere étherée & d'eau, étant plus leger que l'air qui répond à la surface de la terre, ce dernier les chasse au-dessus de lui, & les tient suspendues en vapeurs, brouillards, ou nuées, jusqu'à ce que les vents les poussent les unes contre les autres; & lorsqu'en s'épaississant elles deviennent plus pesantes que l'air qui les soutient, elles retombent en pluye.

*Effets surprenans des cordes mouillées.*

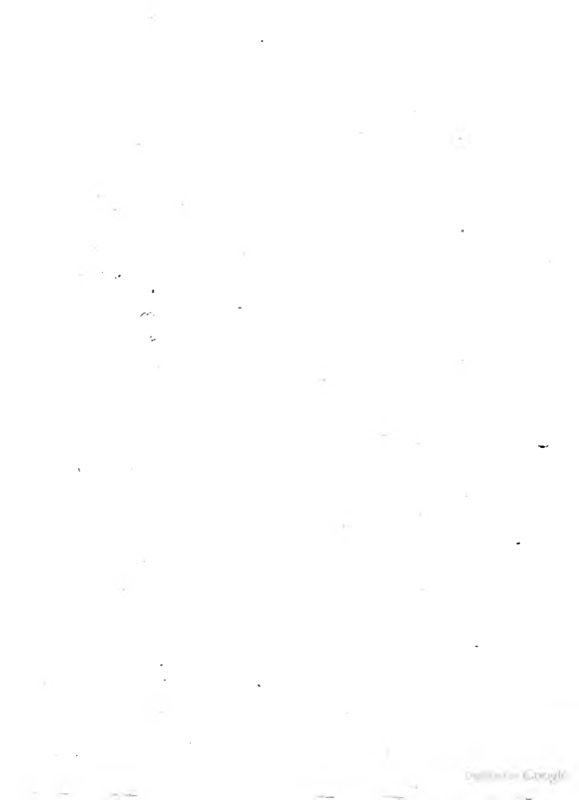
833. L'air contient en tout tems beaucoup de ces vapeurs ou petites gouttes d'eau suspendues, comme cela se prouve par l'expérience suivante; si l'on trempe une seule fois une vieille corde dans de l'eau salée, & qu'on la suspende en cet état, elle dégoutera toute l'année des gouttes d'eau; on sçait aussi que quand on commence à pomper l'air de la machine du vuide, il s'y forme comme un brouillard, qui ne peut venir que des vapeurs qui retombent les unes sur les autres n'étant plus soutenues par l'air comme auparavant.

Mais rien n'est plus admirable qu'une corde suspendue à une poutre; on attache à l'extrêmité de cette corde, un poids aussi grand que l'on veut, comme de 10000 ℔, ensorte qu'il pose legerement à terre pendant un tems sec; aussi-tôt que l'air devient humide, on voit ce poids monter peu-à-peu, & redescendre de même quand l'air devient plus sec. Pour expliquer ce Phenomene, il faut considerer les parties de l'eau, comme des grains de sable très-fins, extrêmement polis, fort durs, & sans angles, qui pénetrent les pores des différens corps, comme feroient des petits coins qui glissent les uns contre les autres, & s'insinuent dans les pores de la corde, où elles ne trouvent pas un air aussi grossier, & aussi embarassant à pénetrer que celui qui les contient; & quand elles sont une fois dans ces pores, elles sont forcées de pénetrer plus avant par l'action du ressort de l'air environnant, alors la corde s'enfle, par conséquent se racourcit & enleve le poids.

La même chose arrive, lorsque cette corde étant seche, on l'arrose avec de l'eau, on voit le poids monter dans le moment, ce qui prouve que la corde s'est renflée par l'humidité qu'elle a bue, puisqu'elle s'est racourcie. Mais si cette élevation du poids vient de la pression de l'air exterieur, comme nous le supposons, il faut que la colonne d'air qui environne la corde, trouve lieu de descendre un peu, à mesure qu'elle éleve le poids, puisque dans l'état de l'équilibre, le poids doit toujours être à la force motrice réciproquement, comme le chemin de celle-ci est au chemin du




Dulland Sculp.



poids, il faut donc qu'à mesure que la corde s'enfle, elle s'acourcisse en telle proportion qu'elle occupe moins d'espace humide que seche; c'est-à-dire que si l'on multiplie sa base ou grosseur par sa longueur dans ces deux états, le dernier produit lorsqu'elle est mouillée sera plus petit que le premier lorsqu'elle est seche, ce qui pourroit passer pour un paradoxe, & la différence de ces produits étant divisée par la base de la colonne d'air environnante, qui est la surface de la corde enflée, donnera une longueur qui sera égale à la descente de cette colonne; mais la difficulté qu'il y a de faire ces calculs exactement, fait que je ne m'y arrête pas davantage.

*On peut se servir aisément de l'action de l'eau pour deroquer le marbre des carrieres, ou pour fendre des grosses pierres.*

834. On se sert de la même force de l'eau pour déroquer les marbres des carrieres ou pour fendre de grosses pierres: ayant fait un sillon autour du bloc qu'on veut détacher, on y enfonce des coins d'un bois très-leger desseché au four, que l'on arrose ensuite d'eau; & après quelque tems on trouve le bloc de marbre détaché de son lit, ce que des milliers de chevaux n'auroient pû faire. Or ce qui produit un effet si surprenant, c'est sans doute le double effort du coin qui s'y rencontre, car le bois que l'on y enfonce à force, fait déja un très-grand effort par sa figure; & les parcelles de l'eau par la leur, l'augmentent encore prodigieusement.

Il n'y a pas de doute au reste que la plûpart des autres liqueurs, particulierement celles qu'on appelle maigres, ne fassent enfler les corps secs, poreux, & capables d'extension, parce qu'elles contiennent beaucoup d'eau, outre les parties salines dont elles sont fort remplies, qui ne sont pas moins propres au même effet, que celles de l'eau, si elles ne le sont davantage.



## CHAPITRE II.

### *De la Théorie des Machines mûes par le vent, & la maniere d'en calculer l'effet.*

*Examen du choc du vent, où l'on fait voir sa conformité avec le choc de l'eau.*

835. L'Air étant un fluide, doit à certains égards suivre les mêmes loix que l'eau; l'on sçait que quand la vitesse de l'eau est différente, ses impressions sont comme les quarrés des vitesses; (568) de même quand un vent va plus vîte qu'un autre, non-seulement il frappe un corps opposé avec plus de force, parce qu'il va plus vîte, mais parce qu'il y a plus de parties d'air qui frappent dans le même tems; & le nombre de ces parties sera d'autant plus grand que la vitesse est plus grande, (569) d'où il suit que de deux vents dont le premier auroit deux degrés de vitesse, & le second trois; l'impression du premier sera à l'impression du second, sur des surfaces égales & directement opposées, comme le quarré de deux est au quarré de trois.

*Expériences sur le choc du vent pour en connoître le rapport avec le choc de l'eau.*

836. Comme on n'ose s'assurer de rien dans les sujets qui ont rapport à la Physique, que l'expérience ne l'ait confirmé, Messieurs Mariotte & Hughens en ont fait un grand nombre qui se sont toutes trouvées conformes à ce raisonnement. Prévenus que l'eau d'un réservoir soutenoit à la sortie des ajutages égaux, des poids proportionnés à la hauteur des colonnes d'eau qui répondoient aux mêmes ajutages (570), ils ont voulu voir s'il arriveroit la même chose à l'air, quoiqu'il n'y eut nulle raison d'en douter: ils se sont servis d'une machine, dans laquelle l'air étoit successivement pressé par différens poids, & s'échappoit par un tuyau ouvert; on voyoit par là quel poids l'air pouvoit contrebalancer à sa sortie, & la force de son impression sur les surfaces qu'il rencontroit; on pouvoit voir aussi combien il étoit de tems à en sortir entierement suivant les différentes vitesses, que lui donnoient les différens poids dont il étoit chargé.

Par toutes les différentes expériences qui furent faites, on fut convaincu qu'il en étoit de l'air comme de l'eau; l'air sort plus vite de son tuyau quand il est pressé par de plus grands poids; c'est-à-dire quand la vitesse est trois ou quatre fois plus grande; l'impression qu'il fait à sa sortie sur les surfaces opposées, est neuf fois, seize fois plus grande, toujours en raison doublée des vitesses; ainsi les poids qui lui impriment ces différentes vitesses, sont en-

n'eux comme les quarrés des viteſſes. Voici le détail de quelques-unes de ces expériences.

837. La Machine dont on s'eſt ſervi eſt repréſentée par la troiſiéme figure de la Planche 2; c'eſt une eſpece de Cylindre creux, dont les deux baſes AD & BC ſont de bois, & le reſte de cuir tendu par pluſieurs cerceaux de fil de fer FE, HI, LM; afin que la baſe AD puiſſe s'approcher de la baſe BC, qu'on ſuppoſe inébranlable; à cette baſe eſt un trou N, par où l'air enfermé dans le Cylindre peut ſortir. PLAN. 2. FIG. 3.

L'on a placé au-deſſous du Cylindre un tourniquet repréſenté dans la ſeconde figure, compoſé d'un eſſieu CD, traverſé d'une regle OR poſée horiſontalement & diviſée en deux parties égales par l'eſſieu; l'extrêmité R de cette regle répondoit directement au-deſſous du trou N; & à l'autre extrêmité étoit un poids Q, ſoutenu par un appui UO; enſuite l'on a chargé la baſe AD d'un poids P, qui étoit tel que faiſant deſcendre cette baſe, l'air qui ſortoit par le trou N, venant choquer la regle à l'extrêmité R, faiſoit équilibre avec le poids Q; & quand cela arrivoit le poids Q, étoit au poids P, comme la ſurface du trou N, à la ſurface du cercle AD ou BC; ce qui eſt bien naturel, car tout l'air du Cylindre ſe trouvant preſſé par le poids P, venoit s'appuyer également ſur toutes les parties de cette baſe, par conſéquent ſi la ſuperficie du trou N, étoit la trentiéme partie de la ſuperficie du cercle BC, la preſſion de l'air qui répondoit à ce trou, ne pouvoit être que la trentiéme partie de la preſſion que ſoutenoit la baſe BC, parconſéquent équivalente à la trentiéme partie du poids P, & comme l'extrêmité de la regle OR, recevoit la même impreſſion qu'auroit reçu la ſuperficie du trou N s'il avoit été fermé; le poids Q devoit donc être la trentiéme partie du poids P. FIG. 2.

L'on a fermé l'ouverture N, & l'on en a fait une autre K, égale à la précédente, pour voir ſi l'air en ſortiroit avec la même viteſſe; l'on a trouvé qu'il faiſoit encore équilibre avec le poids Q comme auparavant; parce que le rapport du poids P au poids Q, étoit toujours le même que celui de la baſe BC à l'ouverture K. L'on a repeté la même expérience avec des poids différens, & l'on a trouvé que les petits poids qui faiſoient équilibre au choc de l'air, étoient toujours l'un à l'autre dans le même rapport que les grands dont le Cylindre étoit chargé.

L'on a rempli d'eau ce Cylindre, pour voir ſi en ſortant par l'ouverture K, elle feroit le même effet que l'air; ce qui eſt arri-

vé, ayant fait équilibre par son choc avec un poids qui étoit au poids P, comme l'ouverture K à toute la base BC; sur quoi il est à remarquer que le poids de l'eau renfermé dans le Cylindre, ne pouvoit pas contribuer à la force du jet, puisque s'appuyant sur la base BC, elle étoit presque toute au-dessous de l'ouverture.

Il suit donc que l'air & l'eau qui sortent successivement par la même ouverture, quelque poids qu'on mette sur la base, soutiennent le même poids par leur choc, quoique l'eau soit d'une matiere beaucoup plus dense & plus pésante que celle de l'air; ce qui vient de ce que l'air sort beaucoup plus vîte que l'eau.

*La vitesse du vent doit être 24 fois plus grande que celle de l'eau, pour choquer une même surface avec une égale force.*

838. L'on a trouvé par plusieurs expériences, que quand le Cylindre étoit plein d'eau, il lui falloit un tems vingt-quatre fois plus grand pour se vuider que quand il étoit plein d'air; c'est-à-dire que quand il falloit vingt-quatre secondes à l'eau pour se vuider, il n'en falloit qu'une à l'air, d'où l'on peut conclure, qu'afin qu'un jet d'air fasse le même effet par son choc qu'un jet d'eau, qui auroit un même ajutage, il faut que la vitesse de l'air soit vingt-quatre fois plus grande que celle de l'eau.

Puisque les forces ou les impressions de l'air sont comme les quarrés des vitesses, il suit que quand il a 24 degrés de vitesse, il fait une impression cinq cens soixante-seize fois plus grande que s'il n'en avoit qu'un; or comme sa vitesse doit être vingt-quatre fois plus grande que celle de l'eau pour faire une impression égale; on voit que quand l'air & l'eau vont également vîte, l'eau a cinq cent soixante-seize fois plus de force que l'air; c'est-à-dire que les impressions de l'air & de l'eau sont comme les quarrés d'un & de 24, puisque ces deux nombres expriment le rapport des vitesses qui rendent leurs forces égales.

*Autre maniere d'estimer le rapport du choc de l'air, à celui de l'eau.*

839. On peut encore juger du rapport du choc de l'eau à celui de l'air indépendamment de l'expérience précedente, car selon l'article 792 l'on a trouvé que le poids de l'eau étoit à celui de l'air comme 640 est à un; or s'il s'agissoit de deux corps solides dont l'un fut six cent quarante fois plus leger que l'autre, il faudroit que le plus leger alla six cent quarante fois plus vîte que le premier, pour que leur choc fut égal, parce qu'alors leur quantité de mouvement sera la même; mais étant question de deux fluides, leurs quantités de mouvement seront en raison composée de leurs masses, & des quarrés de leurs vitesses; & pour que la quantité de mouvement de l'air & de l'eau soit la même, il faut que les pésanteurs d'un égal volume d'eau & d'air qu'on peut prendre pour leurs masses, soient dans la raison réciproque des quarrés de leurs

leurs vitesses; ainsi prenant l'unité pour la vitesse de l'eau, 640 pour son poids, celui de l'air sera aussi exprimé par l'unité, & nommant $x$, sa vitesse, l'on aura un quarré de la vitesse de l'eau, est à $xx$, quarré de la vitesse de l'air, comme 1 ℔, poids de l'air, est à 640, poids de l'eau; d'où l'on tire $640 = xx$, ou $25\frac{1}{3} = x$, qui fait voir que la vitesse de l'air doit être au moins vingt-cinq fois plus grande que celle de l'eau, pour choquer avec une égale force une même surface; ce qui ne cadre point exactement avec les expériences dont nous venons de parler, mais il ne faut pas s'en étonner, vû les frottemens que l'air & l'eau ont essuyés en sortant du trou; d'ailleurs l'air étant beaucoup plus dilaté en été qu'en hyver, (808) doit avec la même vitesse, choquer avec d'autant moins de force, qu'il sera plus dilaté, & au contraire: ainsi l'on ne peut estimer à la rigueur le choc de l'air par le quarré de sa vitesse seulement, à moins d'avoir égard à l'état où il se trouvera alors; cependant pour nous arrêter à un point fixe, & nous conformer à la regle la plus suivie dans les mémoires de l'Academie Royale des Sciences, nous nous en tiendrons à l'expérience de l'article 838.

*Maniere d'estimer le choc du vent en lev. comme on fait celui de l'eau.*

840. Puisqu'il faut que la vitesse du vent, soit vingt-quatre fois plus grande que celle de l'eau, pour que le choc du vent soit égal à celui de l'eau, il sera aisé de mesurer le choc du vent comme on mesure celui de l'eau, en divisant la vitesse du vent par 24 pour la reduire à celle de l'eau qui feroit la même impression, ou quarrer la vitesse du vent, & en diviser le produit par 576, le quotient pourra être consideré comme le quarré de la vitesse d'une eau, dont le choc seroit équivalent à celui du même vent; ensuite il sera aisé par la regle (602) de connoître en livres ou en onces la force du choc du vent; par exemple, s'il s'agissoit d'un vent dont la vitesse fût de 24 pieds par seconde, son quarré sera encore 576, qui étant divisé par le même nombre, le quotient sera un, qu'on peut regarder comme le quarré de la vitesse d'une eau qui ne seroit que d'un pied par seconde, qu'il faut diviser par 60, pour avoir $\frac{1}{60}$ multiplié par la surface choquée; si l'on suppose cette surface d'un pied quarré, le produit sera encore $\frac{1}{60}$, qui étant multiplié par 70 pesanteur d'un pied cube d'eau, l'on aura $\frac{70}{60}$ ou $\frac{7}{6}$ pour le poids de la colonne d'eau, équivalent au choc d'un courant dont la vitesse seroit d'un pied par seconde, ou d'un vent dont la vitesse dans le même tems seroit de 24 pieds; multipliant 7 par 16, pour reduire les livres en onces, on aura 112 qui divisé par 6, le quotient donnera 19 onces, pour le choc du vent contre la surface d'un pied quarré; c'est-à-dire qu'ayant une

PLAN 2. FIG. 1. surface ABCD d'un pied quarré, directement opposée au vent & attachée verticalement à un tourniquet, elle soutiendra en équilibre un poids H, de 19 onces, si ce poids répond à un bras de levier dont la longueur HE, depuis le centre de l'axe E du tourniquet, jusqu'à la ligne de direction tirée du centre de gravité du poids, est égale à la distance EF du même axe au centre de gravité F de la surface; observant que si la ligne EF étoit plus grande de la moitié, d'un quart, ou d'un cinquiéme que le bras de levier HE qui répond au poids, alors la surface d'un pied sera en équilibre avec un poids qui seroit plus grand que H, de la moitié d'un quart, ou d'un cinquiéme du même poids.

J'ajouterai, qu'on suppose ici que la regle EH qui sert de bras de levier, traverse l'essieu, afin d'avoir un autre bout EG, qui soit en équilibre par sa pesanteur avec la partie HE, avant que d'y avoir appliqué le poids.

*Connoissant le choc & la vitesse d'un certain vent, connoître le choc d'un autre vent dont on a la vitesse.*

841. Quand on est une fois prévenu du choc d'un certain vent dont on connoît la vitesse, on peut par une regle beaucoup plus courte que la précedente, mesurer le choc d'un autre vent dont on connoît la vitesse; par exemple, nous sçavons qu'un vent qui auroit 24 pieds de vitesse par seconde fait une impression de 19 onces contre une surface d'un pied quarré; si l'on demande quel sera l'effort d'un autre vent qui auroit 15 pieds de vitesse par seconde, contre la même surface; il faut dire si 576, quarré de 24 pieds, donne 19 onces, combien donnera 225, quarré de 15 pieds de vitesse; l'on trouvera 7 onces 3 gros; or multipliant ce nombre par la quantité de pieds quarrés que contient la surface qui est choquée par le même vent, par exemple par 60 pieds, l'on trouvera un peu moins de 28 ℔ pour l'effort du vent contre cette surface.

*Maniere de connoître la vitesse du vent, en connoissant la force du choc dont il est capable.*

842. L'on pourra de même connoître la vitesse du vent par son choc; car supposant que dans une expérience faite avec toutes les précautions nécessaires, on a trouvé qu'un certain vent a fait une impression de 12 onces contre une surface verticale d'un pied quarré, pour connoître la vitesse de ce vent, on dira comme 19 onces est au quarré de 24, ainsi 12 onces est au quarré de la vitesse qu'on cherche, qu'on trouvera d'environ 363, dont la racine est 19 pieds 4 pouces.

*Remarques sur les différentes manieres dont une*

843. Comme c'est la même chose que l'air aille avec une certaine vitesse, à la rencontre d'une surface immobile, ou que l'air étant en repos, ce soit la surface qui aille à sa rencontre avec la même vitesse; il s'ensuit que l'impression que recevra cette surface,

doit être exprimée par le quarré de sa vitesse; ainsi tirant deux coups de canon d'une même piece, le premier chargé à la pesanteur du boulet, & le second à la moitié de cette pesanteur seulement, & qu'on suppose ici les effets proportionels à leurs causes, la vitesse du premier boulet sera double de celle du second; par conséquent la résistance de l'air sur le premier, sera quadruple de la résistance de l'air sur le second; sur quoi il faut faire attention que la surface qui reçoit l'impression de l'air, n'est pas exprimée par celle du boulet, mais par la superficie de son grand cercle. *surface peut être choquée par le vent.*

Si l'on avoit deux pieces de différens calibres, chargées dans le rapport des pesanteurs de leurs boulets, il est certain que les deux boulets iroient avec la même vitesse, parce que les impulsions seroient proportionnées aux masses; cependant le gros boulet portera beaucoup plus loin que le petit, parce que le cercle qu'il présente à l'air est moindre à proportion de sa masse, que le cercle du petit boulet ne l'est à l'égard de la sienne.

J'ajouterai que quand une surface va directement à la rencontre du vent, son choc doit être exprimé par le quarré de la somme des vitesses de la surface & du vent: (599) que si une surface suit le cours du vent avec une vitesse qui lui soit égale, le choc sera zero: (587) que si la surface suit le cours du vent avec une vitesse plus grande que celle du vent, le choc sera exprimé par le quarré de l'excès de la vitesse de la surface sur celle du vent. (585)

844. Ce n'est que vers la fin du douziéme Siécle, qu'on a commencé en Europe à se servir du vent pour faire tourner des meules; au retour de la croisade qui se fit en ce tems-là, l'invention des moulins à vent fut apportée d'Asie; le manque d'eau qui se trouve dans presque tout l'Orient, ayant contraint les habitans d'y avoir recours. Depuis on s'est aussi servi du vent pour faire aller d'autres machines, mais toujours construites sur le modele des moulins, que nous nous proposons de détailler, afin de montrer à quoi se reduit leur point de perfection. *Origine des Moulins à vent.*

Les machines les plus ingénieuses ne sont pas ce qu'on admire le plus; on est accoutumé de voir des moulins à vent, cela suffit pour qu'on n'y apperçoive rien de merveilleux; mais quand on les examine sérieusement, on est étonné d'y rencontrer un Mécanisme beaucoup plus subtil qu'on ne se l'étoit imaginé. PLAN. I. FIG. 5.

845. Ceux qui ont été les premiers inventeurs des moulins à vent, se sont apperçûs qu'il falloit que l'axe AB, c'est-à-dire l'arbre auquel sont attachées les aîles, fut précisement dans la direction du vent, & en cela ils se sont rencontrés avec la théorie la plus exac- *L'axe d'un Moulin à vent doit être situé dans la di-*

*reflion du vent.* te, comme M. Parent l'a démontré dans le second volume de ses Recherches de Mathématique & de Physique, imprimé en 1713 pag. 530; mais si la pratique en cette occasion a prévenu la théorie, en recompense nous allons faire voir que les aîles des mêmes moulins sont bien éloignées d'avoir toute la perfection qu'on pourroit leur donner.

*Les ailes d'un moulin pour tourner, doivent recevoir obliquement l'impression du vent.*

846. L'axe d'un moulin étant dans la disposition que nous venons de dire, il est visible que si les surfaces des quatre aîles, comme CDEF étoient perpendiculaires sur le même axe AB, elles seroient aussi choquées perpendiculairement par le vent, & cette impression tendroit à renverser le moulin, & non à le faire agir; ce qui fait voir la nécessité de rendre les aîles obliques à l'axe. Ainsi ne considerant qu'une aîle, l'impression oblique qu'elle reçoit du vent selon la théorie des mouvemens composés, se réduit à une direction perpendiculaire; cette direction qui ne peut être entierement suivie par l'aîle, est composée de deux autres, dont l'une tend à faire tourner l'axe, & l'autre à le renverser de devant en arriere; mais il n'y a que la premiere direction qui peut être suivie; par conséquent tout l'effort du vent sur cette aîle, n'a d'autre effet, que de la faire tourner d'un côté ou de l'autre, selon que l'angle aigu qu'elle forme avec l'axe, regarde la gauche ou la droite; la question se reduit donc à sçavoir quelle doit être l'obliquité des aîles par rapport à l'axe, ou si l'on veut, l'ouverture de l'angle que les aîles & l'axe doivent former, pour que les mêmes aîles reçoivent la plus grande impression qu'il est possible.

PLAN. 1. Je fais abstraction des moulins à vent pour un moment, afin de nous attacher à la seconde figure de la Planche, qui nous menera à ce que nous cherchons. Pour cela je suppose que la ligne RS, représente un essieu qui peut tourner horisontalement autour des points P, S; que sur cet essieu on a attaché obliquement à l'endroit G, milieu de la ligne AB, une surface rectangulaire ACDB, tellement située, que son centre de gravité F se trouve dans le milieu de la ligne EG, perpendiculaire à l'essieu; ainsi la surface & l'essieu feront un angle aigu AGP. Nous supposerons aussi qu'un fluide comme le vent, par exemple, vient selon les paralleles OA, PG, QB, choquer cette surface avec la liberté de se reflêchir.

Prenant la ligne KG, pour exprimer la force totale de l'impulsion du vent, cette ligne étant oblique à la base AB, j'abbaisse la perpendiculaire KH, qui exprimera l'action du fluide sur la surface. Je divise derechef l'impulsion KH, dans les deux autres KM & MH, la premiere parallele & la seconde perpendiculaire à l'axe

PS; ainſi HM exprimera ſeule l'action du fluide pour faire tourner la ſurface autour de l'axe.

847. Pour trouver l'angle AGP, que la ſurface & l'eſſieu doivent former, afin que la force laterale HM du fluide qui agit pour faire tourner la ſurface, ſoit la plus grande qu'il eſt poſſible, nous ferons abſtraction de cette ſurface, auſſi-bien que de la longueur du bras de levier GF, pour n'avoir égard qu'aux lignes qui nous ſont néceſſaires, afin de rendre le calcul plus ſimple; nous nommerons AG, $a$; KG, $b$; & RG, $x$; à cauſe du triangle rectangle AGR, l'on aura AR$=\sqrt{aa-xx}$. Pour venir à la connoiſſance de la ligne KH, & enſuite de HM, je conſidere que les triangles ſemblables AGR & KHG, donnent AG ($a$), AR ($\sqrt{aa-xx}$ :: KG ($b$), KH ($\frac{b}{a}\sqrt{aa-xx}$); de même à cauſe des triangles ſemblables AGR & KHM, on aura AG ($a$), AR ($x$) :: KH ($\frac{b}{a}\sqrt{aa-xx}$), HM ($\frac{bx}{aa}\sqrt{aa-xx}$); par conſéquent HM ($\frac{bx}{aa}\sqrt{aa-xx}$) ſera l'expreſſion de la force laterale du fluide, qu'il faut multiplier par AI, ($2\sqrt{aa-xx}$) c'eſt-à-dire par la largeur réduite de la ſurface, qui donne $\frac{2aabx-2bx^3}{aa}$ qui doit être un plus grand; car il ne ſuffit pas que l'impreſſion laterale HM du vent, ſoit la plus grande qu'il eſt poſſible; il faut auſſi que la ligne AI, qui exprime la largeur de la ſurface réduite, ou ſi l'on veut la largeur de la colonne d'air qui doit la choquer, ſoit auſſi la plus grande qu'il eſt poſſible; parce qu'alors il réſultera que le produit de HM par AI, ſera le plus grand de tous ceux qui pourroient naître de ces deux lignes, en rendant l'angle AGP plus ouvert ou plus aigu; il n'y a donc qu'un ſeul angle qui puiſſe répondre au plus grand effet; ainſi prenant la différentielle de $\frac{2baax-2bx^3}{aa}$ ſuivant la Méthode ordinaire, l'on aura $\frac{2bxadx-6bx^2dx=0}{aa}$, après la réduction $aa-3xx=0$, ou bien $\frac{\sqrt{aa}}{3}=x$, qui fait voir que le quarré du côté RG, doit être le tiers de celui de l'hypothenuſe AG.

*Maniere de trouver l'angle que chaque aile doit faire avec l'axe.*

Pour avoir l'angle que nous cherchons dans toute la préciſion géométrique, je décris un demi cercle ARG, je diviſe le diamétre AG en trois parties égales; & au point B qui répond au tiers BG, j'éleve la perpendiculaire BR, & tire la ligne RG, qui donne l'angle RGA, que la ſurface doit former avec l'eſſieu; car ſi l'on nomme AG, $a$, BG ſera $\frac{a}{3}$; l'on aura AG ($a$) × BG ($\frac{a}{3}$)

$=\overline{RG}^2(\frac{aa}{3}$. Si l'on suppose le diamétre AG de 120 parties, on trouvera que le côté RG, du triangle ARG, en contient à peu près 69; connoissant dans ce triangle les deux côtés AG & GR, on trouvera par les tables des Sinus que l'angle RGA est de 54 degrés 54 minutes, c'est-à-dire à peu près de 55 degrés.

Comme ce qu'on vient de voir peut s'appliquer à chacune des aîles d'un moulin, il s'ensuit qu'afin que ces mêmes aîles reçoivent de la part du vent la plus grande impulsion qu'il est possible, il faut qu'elles fassent un angle de 55 degrés, avec l'axe auquel elles sont attachées.

PLAN. I. FIG. 2.

Ayant vû qu'il falloit multiplier HM ($\frac{bx}{aa}\sqrt{aa-xx}$) par AI ($2\sqrt{aa-xx}$) pour avoir l'expression de la force laterale du vent multipliée par la surface entiere réduite, la moitié de cette somme, c'est-à-dire HM ($\frac{bx}{aa}\sqrt{aa-xx}$) exprimera la force laterale du vent multipliée par la moitié de la surface réduite, & venant de trouver $x=\frac{\sqrt{aa}}{3}$ pour le plus grand effet, substituant la valeur de $x$ dans les expressions précedentes, l'on aura $\frac{b}{aa}\frac{\sqrt{aa}}{3}\times\frac{\sqrt{2aa}}{3}\times\frac{\sqrt{2aa}}{3}=\frac{2b}{3}\frac{\sqrt{aa}}{3}$ ou $\frac{\sqrt{4aabb}}{27}=\frac{\sqrt{4}}{27}\times ab$. Or si l'on multiplie le numerateur & le dénominateur de la fraction $\frac{4}{27}$ par 10000, pour en extraire la racine plus exactement, il viendra $\frac{200}{519}$ qui peut se réduire à $\frac{5}{13}$; ainsi on aura $\frac{5}{13}ab$, qui montre que la force laterale n'est que les $\frac{5}{13}$ de la force absolue.

*La force relative du vent sur les aîles, lorsqu'elles font avec l'axe un angle de 55 degrés, n'est qu'environ les $\frac{5}{13}$ de la force absolue du même vent.*

848. On pourra donc à l'avenir dans le calcul des machines mues par le vent, chercher la force absolue du vent & en prendre les $\frac{5}{13}$; ou bien l'on peut prendre les $\frac{5}{13}$ de la surface entiere des aîles, qu'on multipliera par la force absolue du vent, le produit donnera la puissance motrice, ce qui devient un abregé fort commode dans la pratique, comme on en va juger par un exemple.

*Maniere de faire le calcul de l'action du vent sur les aîles d'un moulin ordinaire.*

849. Pour faire voir présentement de quelle maniere on peut calculer l'action du vent contre les aîles d'un moulin ordinaire, il faut être prévenu qu'elles ont 30 pieds de longueur sur 6 de largeur, & qu'il y a toujours une distance de 5 pieds entre l'extrêmité CF des toiles & le centre B de l'axe, parce qu'elles ne sont jamais tendues jusques-là; ainsi il se trouve 20 pieds de distance du centre de gravité G de chaque aîle, au centre B de l'axe; ce qu'il importe de sçavoir, puisque cette longueur de 20 pieds est

le bras du levier par lequel agit l'action du vent, que l'on doit regarder comme réuni au centre de gravité des aîles.

Chaque aîle ayant 6 pieds de largeur sur 30 de hauteur, la superficie sera de 180 pieds quarrés, qui étant réduits en la multipliant par $\frac{5}{14}$, (848) donne 64 $\frac{1}{4}$, qui étant multiplié par 4, il vient 277 pieds quarrés. Présentement, si l'on suppose que ces quatre aîles reçoivent l'impression d'un vent, dont la vitesse seroit de 18 pieds par seconde, il faut pour en mesurer le choc diviser le quarré de 18, qui est 324 par 576, on aura $\frac{324}{576}$ pour le quarré de la vitesse d'un courant d'eau, dont l'impression sera égale à celle d'un vent de 18 pieds de vitesse : ainsi multipliant le numerateur de cette fraction par 60 (602), & le dénominateur par 70 (601) multipliant de plus ce même numerateur par 277, superficie des aîles réduites, l'on aura $\frac{6288256}{34560} = 182$ ℔ pour l'impression laterale du vent contre les quatre aîles du moulin, qu'on doit considerer comme une puissance appliquée à l'extrêmité d'un bras levier de 20 pieds de longueur.

Le Roüet qui tourne avec l'axe du moulin, & qui répond à la lanterne de la meule, ayant ordinairement un rayon de 4 pieds, qui est le bras de levier qui répond à la puissance resistante; on aura cette proportion, comme 4 pieds, demi-diamétre du Roüet, est à 20 pieds, distance du centre de l'axe au centre de gravité des aîles; ainsi 182 ℔ est à l'action du vent contre les fuseaux de la lanterne, qu'on trouvera de 910 ℔. *Voyez l'interieur du moulin à vent exprimé par la troisiéme figure de la planche huitiéme du premier Chapitre du second Livre, ou la planche 26 du premier Volume.*

Il sera aisé présentement, en tenant compte des frottemens, de faire à l'égard des moulins à vent, tous les calculs que nous avons rapporté au sujet des moulins à eau dans le premier chapitre du second livre, soit qu'on se serve de l'action du vent pour moudre du bled, ou pour pulveriser des écorces d'arbre pour les Taneurs, ou pour faire agir les pilons des moulins à huile, à papier ou à sucre : il est vrai que l'estimation de la force motrice, changera selon que le vent augmentera ou diminuera, mais on pourra toujours connoître son effet en mesurant sa vitesse actuelle; parce qu'alors son effet changera dans la raison des quarrés des vitesses.

Le Roüet des moulins à vent ayant 48 dents & la lanterne 10 fuseaux comme aux moulins à eau, l'on voit que chaque tour du roüet ou des aîles, en fait faire près de 5 à la meule, & qu'ainsi les aîles ne doivent faire qu'un tour en 5 secondes, pour que la meule en fasse un par seconde, qui est la vitesse qui lui convient le mieux pour l'usage, comme nous l'avons dit ailleurs (638);

c'eſt pourquoi lorſque le vent eſt trop violent, on ne tend qu'une parties des toiles pour réduire les aîles à cette viteſſe.

*Remarque ſur l'importance de faire que les aîles d'un moulin forment avec l'axe un angle de 55 degrés.*

850. Quand on a trop de vent, on peut bien en menager la quantité néceſſaire, mais lorſqu'il n'agit que foiblement, la plûpart des moulins ne travaillent pas, ce qui vient ſouvent de la mauvaiſe diſpoſition des aîles, qui ſont toujours un angle trop ouvert avec l'eſſieu, cet angle n'ayant été déterminé que par hazard; cependant il eſt plus de conſéquence qu'on ne penſe de le faire exactement de 55 degrés, & non pas de 72, comme autour de Paris; car ayant calculé combien l'action d'un vent quelconque étoit moindre ſur des aîles qui feroient avec l'axe un angle tel que ce dernier, que ſur celles qui ſeroient conformes à la Théorie précedente, j'ai trouvé que la différence étoit de $\frac{2}{7}$; c'eſt-à-dire qu'ayant deux moulins ſemblables en tout, excepté dans la ſeule circonſtance dont je parle, expoſés au même vent; ſi celui dont les aîles ſont avec l'axe un angle de 55 degrés, eſt capable d'un effort de 7 ſur les fuſeaux de la lanterne, celui dont les aîles feroient avec l'axe un angle de 72 degrés ne ſera capable que d'un effort de 5, de ſorte que l'un des moulins pourroit agir fort rondement avec un certain vent, tandis que l'autre ſeroit dans l'inaction.

*Examen de la figure la plus avantageuſe qu'on pourroit donner aux aîles des moulins à vent.*

851. Ce défaut n'eſt pas le ſeul qui ſe rencontre dans les moulins à vent: juſqu'ici l'uſage a autoriſé les aîles rectangulaires, ſans penſer ſi on n'en pourroit pas faire d'une autre figure capable d'un plus grand effet avec le même vent. Il eſt cepedant bien ſûr que les aîles ordinaires ne ſont pas les meilleures, & pour en être convaincu, il ne faut que ſuivre le raiſonnement que voici.

L'effet du moulin dépendant de l'impreſſion du vent, cette impreſſion ſera d'autant plus grande que la ſurface des aîles ſera plus étendue; ne les conſiderons d'abord, que de la grandeur qu'on a coutume de les faire, c'eſt-à-dire de 30 pieds de longueur ſur ſix de largeur; ſelon cette proportion la largeur ſe trouve la cinquiéme partie de la longueur, mais quelle certitude a-t-on que ce ſoit la figure & la proportion qui convient le mieux? D'ailleurs a-t-on quelque raiſon de mettre la petite dimenſion du côté de l'axe plutôt que la grande? Si l'on y prend garde, l'on verra qu'on a juſtement pris le parti le plus deſavantageux, puiſque pour bien faire, les aîles devroient être diſpoſées d'un ſens oppoſé; j'entends que la plus grande dimenſion devroit être du côté de l'axe: car comme la longueur du bras de levier, eſt exprimée par la diſtance du centre de l'axe au centre de gravité de chaque aîle, plus le

centre

centre de gravité sera éloigné de celui de l'axe, & plus l'action du vent aura d'avantage. Mais nous avons vû ci-devant (849), que le centre de l'axe étoit éloigné de 20 pieds du centre de gravité des toiles, & que l'extrêmité des aîles étoit éloignée de 35 pieds du centre de l'axe; or si l'on change la disposition du rectangle formé par les toiles, & que la base de 30 pieds soit toujours éloignée de 35 pieds de l'axe, comme l'est ordinairement celle qui n'est que de 6 pieds; alors le centre de gravité sera éloigné de 32 pieds du centre de l'axe, & par conséquent le bras de levier par lequel agira le vent, au lieu de 20 pieds en aura 32, mais comme selon cette disposition, il y auroit 29 pieds de distance depuis les aîles jusqu'au centre de l'axe où le vent ne feroit point d'effet, à cause que nous n'y supposons point de toiles tendues; M. Parent pour ne point laisser de vuide inutile, propose de faire des aîles de la figure d'un secteur d'ellipse; ou bien que faisant les aîles rectangulaires, leur largeur fut double de leur hauteur qui est le plus grand parallelogramme qui pourroit être inscrit dans un secteur d'ellipse, tel que celui qu'il a trouvé. Mais des aîles elliptiques paroîtroient si extraordinaires qu'on n'oseroit se flatter que l'usage les adoptât, quoique les plus avantageuses de toutes, non plus que les rectangulaires disposées du sens que je viens de dire; il est vrai que ces dernieres ayant une figure moins recherchée, seroient peut-être reçues plus volontiers; mais en leur donnant beaucoup de largeur, elles seroient sujettes à un inconvénient dans la pratique, qui est que devant former un angle de 55 degrés avec l'axe, une de leur extrêmité ne manqueroit pas à cause de cette obliquité de rencontrer le corps du moulin, contre lequel elle se briseroit, à moins qu'on ne fit saillir l'axe autant qu'il le faudroit, pour que les aîles pussent tourner librement.

*Pour qu'un Moulin fasse le plus grand effet, il faut que la vitesse des aîles prise à leur centre de gravité, soit le tiers de celle du vent.*

Cependant il est à remarquer que dans les moulins comme aux autres machines, on retombe toujours dans le cas de la loi générale des Mécaniques de ne pouvoir augmenter l'action de la puissance, sans augmenter aussi le tems qu'elle doit employer pour produire un certain effet. Par exemple ici en éloignant le plus que l'on peut le centre de gravité des aîles du centre de l'axe, on allonge à la vérité le bras du levier, ce qui soulage beaucoup la puissance, en récompense les aîles ne tourneront pas si vite, que si le levier étoit plus court; comme ce n'est point absolument de la plus grande vitesse des aîles que dépend le plus grand effet du moulin, mais bien de la plus grande quantité de grains qu'il pourra moudre à la fois, par conséquent de la force des aîles pour fai-

re tourner la meule, que d'ailleurs cette viteſſe de la meule doit être limitée, on gagnera beaucoup plus à proportion, en augmentant l'action de la puiſſance qu'on ne perdra par la diminution de la viteſſe des aîles; mais l'on ſçait que pour qu'une machine miſe en mouvement par l'eau faſſe le plus grand effet qu'il eſt poſſible, il faut que la viteſſe de la roue ſoit le tiers de celle du courant qui la fait tourner (588), & comme il en eſt de même pour toutes celles qui ſont mues par un fluide, il ſuit qu'un moulin à vent ſera auſſi capable du plus grand effet, lorſque la viteſſe des aîles ſera le tiers de celle du vent. Or comme cette viteſſe des aîles doit être meſurée par la circonference que décrit le centre de gravité des mêmes aîles; c'eſt-à-dire, du cercle qui auroit pour rayon le bras de levier à l'extrêmité duquel l'on ſuppoſe l'action du vent réunie: ſi ce rayon a 28 pieds de longueur, ſa circonférence en aura 88, qui eſt la meſure du chemin des aîles dans chaque révolution; ainſi il faudroit pour que la machine fut dans toute ſa perfection, que le vent fit 264 pieds de chemin, tandis que les aîles feroient un tour.

*Deſcription d'un moulin dont les aîles tournent horiſontalement.*

852. L'obliquité qu'on eſt obligé de donner aux aîles des moulins étant cauſe qu'il s'en faut beaucoup que le vent n'agiſſe avec ſa force abſolue, l'on a cherché à profiter de toute ſa force, en faiſant tourner les aîles horiſontalement comme on en peut juger par l'exemple que j'en rapporte ſur la planche 2.

PLAN. 2. FIG. 7. & 8.

Les aîles ſont au nombre de 6 marquées par les lettres B, C, D, E, F, G, au plan d'une cage de charpente, dont l'élevation HI eſt au-deſſous, cette cage eſt placée au ſommet d'une tour L, qui comprend le corps du moulin, & peut tourner indépendament des aîles, leſquelles ſont formées par des chaſſis revêtus de toile & aſſemblés dans l'arbre tournant A qui répond à la meule ſuperieure; car on peut ſe paſſer ici de rouet & de lanterne.

L'objet de la cage eſt de n'expoſer au vent que les aîles qui en doivent être choquées, & de mettre les autres à l'abri, pour cela elle n'eſt revêtue d'ais fort minces que ſur une partie IOH; j'ai lû dans le recueil des Machines approuvées par l'Academie Royale des Sciences, qu'en Portugal & en Pologne, les moulins dans le gout de celui-ci étoient fort en uſage.

853. Les formules étant très-commodes pour exprimer d'une maniere générale toutes les grandeurs qui entrent dans les rapports, en voici deux par le moyen deſquelles on pourra connoître exactement tout ce que l'on peut eſperer des machines mues par le vent.

Nommant $a$, la viteſſe du vent, & $ff$, la ſurface choquée, priſe ſans aucune réduction, l'on aura $\frac{aa}{576}$ pour l'expreſſion du quarré de la viteſſe d'un courant; dont le choc ſera égal à celui du vent, (840) qui étant multiplié par 70, & le produit diviſé par 60, donnera $\frac{aa}{576} \times \frac{7}{6}$ pour la hauteur de la colonne d'eau, dont le poids ſera égal au choc direct ſur une ſurface d'un pied quarré, (602) par conſéquent $\frac{aaff}{567} \times \frac{7}{6}$ exprimera le même choc contre une ſurface quelconque directement oppoſée; & comme il faut multiplier cette expreſſion par $\frac{5}{13}$, lorſqu'il s'agira d'une machine dont les aîles feront avec l'axe un angle de 55 degrés; (848) il vient après la réduction $\frac{aaff}{1283}$ pour la premiere formule, qui montre que *l'on aura tout d'un coup l'impreſſion du vent exprimée en livres, en multipliant le quarré de ſa viteſſe conſiderée pendant une ſeconde, par la ſurface entiere, c'eſt-à-dire, par celles que comprennent les quatre aîles ſans réduction, & diviſer le produit par* 1283; après quoi il ſera aiſé, en conſidérant le Mécaniſme qui regne dans la Machine, d'avoir égard aux différens bras de levier qui doivent répondre à la puiſſance qu'on aura trouvée à l'aide de la formule & à ceux qui doivent répondre au poids, dans l'état d'équilibre qu'il faudra réduire aux $\frac{4}{9}$ pour le plus grand effet. (589. 595) *Formules générales pour calculer l'effet de toutes les machines mûes par le vent*

854. Si l'on multiplie la formule précedente par $\frac{4}{9}$, on aura $\frac{aaff}{2888}$ qui eſt une ſeconde formule, par le moyen de laquelle on trouvera tout d'un coup la force reſpective du vent dans le cas du plus grand effet, ſans être obligé de faire aucune réduction; *c'eſt-à-dire, qu'après avoir multiplié la ſurface des aîles exprimees en pieds par le quarré de la viteſſe du vent, & diviſé le produit par* 2888, *le quotient donnera la valeur en livres de la puiſſance réduite*, qui ſervira à trouver le poids qui lui convient pour le plus grand effet, dès qu'on connoîtra les bras de leviers qui répondent à l'un & à l'autre, alors les aîles prendront d'elles-mêmes une viteſſe qui ſera le tiers de celle du vent.

Nommant P, la puiſſance modifiée comme il convient pour le plus grand effet; l'on aura $P = \frac{aaff}{2888}$ qui peut ſervir à trouver la ſuperficie des aîles, dès qu'on connoîtra la puiſſance réduite & la viteſſe du vent, ou à trouver la viteſſe du vent, quand on con-

noîtra la ſuperficie des aîles & la puiſſance, puiſque pour le premier cas, on aura $\frac{2888 \times P}{aa} = ff$, & pour le ſeccond $\frac{\sqrt{2888 \times P}}{ff} = a$.

855. Que ſi l'on nomme Q, le poids qui convient pour le plus grand effet, & $u$, ſa viteſſe; $\frac{a}{3}$ ſera celle des aîles de la Machine, priſes à leur centre de gravité; alors on aura $\frac{a}{3} \times P = u \times Q$, qui eſt encore une formule générale par le moyen de laquelle on trouvera celui des quatre termes qui ſeroit ignoré, & même la ſuperficie des aîles que l'on y ſera entrer, en ſubſtituant $\frac{aaff}{2888}$ à la place de P, ou $\frac{1}{3} \frac{\sqrt{2888 \times P}}{ff}$ à la place de $\frac{a}{3}$.

Pour appliquer la premiere formule $\frac{aaff}{1283}$ à un exemple, nous ſuppoſerons qu'il s'agit de calculer l'impreſſion laterale du vent contre les aîles du moulin dont il a été fait mention dans l'article 849 & que l'on a encore $a = 18$, ou $aa = 324$, & $ff = 720$; d'où l'on tire $\frac{324 \times 720}{1283} = 182$ ℔, qui eſt le même nombre que nous avons trouvé dans cet article.

*Deſcription d'une Machine mûe par le vent, ſervant à deſſecher un terrain aquatique.*
PLAN. 1. FIG. 1.

856. Si l'on conſidere la premiere figure de la planche premiere, l'on verra qu'elle repréſente un moulin qui tourne à tout vent, & s'y dirige de lui-même par le moyen de la girouette A, compoſée d'ais fort minces; l'arbre B eſt fixe & bien affermi dans les terres: tout le reſte de l'aſſemblage eſt mobile & tourne avec la girouette; quand à l'arbre incliné ED il tourne avec les aîles, de même que la roue à godets D qui eſt aſſemblée à cet arbre, on fait un foſſé circulaire pour ramaſſer l'eau qu'on veut épuiſer, ce qui ſe pratique ordinairement dans un terrain aquatique pour le deſſecher; car on voit que le bas de la roue trempe dans l'eau, & tourne aiſément ſans toucher aux terres; par ce moyen l'eau du foſſé ſera élevée dans une rigole auſſi circulaire, dont l'arbre B eſt le centre, pour être conduite où l'on voudra; cette machine n'éleve l'eau qu'à 6 ou 7 pieds au plus, mais en récompenſe elle en puiſe un grande quantité pour peu que le vent la favoriſe.

Les Prairies de Hollande ſont peuplées de ces ſortes de machines, on en rencontre à chaque pas; mais la roue qui puiſe l'eau eſt différente de celle-ci, n'étant compoſée que d'un nombre de rayons comme dans la quatriéme figure; ces rayons ſont des ef-

peces de palettes qui ressemblent à des rames, un peu creuses d'un côté en forme de cuillere, au lieu de porter l'eau en haut comme font les godets, elles la font jaillir dans la rigole; ce qui se fait avec tant de vitesse, qu'elles ne laissent pas que d'en puiser beaucoup en très-peu de tems.

857. L'angle EFB que l'axe ED fait avec l'arbre B est ordinairement de 60 degrés, ainsi l'angle IHK que les aîles font avec la verticale sera de 30 degrés; d'où il suit que les toiles tendues depuis H jusqu'en K, ne reçoivent l'impression du vent que selon une direction oblique à laquelle il faut avoir égard; pour cela considerés que le triangle rectangle HIK est la moitié d'un triangle équilateral, dont le côté IH est la perpendiculaire : & comme le côté HK est ici de 7 pieds, prenant les trois quarts du quarré de ce nombre, c'est-à-dire les trois quarts de 49 qui est $36\frac{3}{4}$ pour le quarré de la perpendiculaire; extrayant la racine quarrée de ce nombre, il viendra environ 6 pieds pour le côté IH.

*Maniere de faire le calcul de l'action du vent sur les aîles de cette machine.*

Les toiles ayant 7 pieds de hauteur sur 4 de largeur, la superficie de chaque aîle sera de 28; par conséquent les quatre ensemble de $112 = ff$, & si l'on suppose qu'elles sont choquées par un vent de 20 pieds de vitesse par seconde, multipliant le quarré de ce nombre qui est $400 = aa$ par la superficie précedente, & divisant le produit par 2888 pour suivre ce qu'indique la formule $\frac{aaff}{2888}$ (854), viendra $15\frac{1}{2}$ ℔ pour l'impression laterale du vent dans le cas du plus grand effet, en supposant que les aîles font avec l'axe un angle de 55 degrés, & que les mêmes aîles sont verticales; mais comme cette derniere circonstance n'a pas lieu, il faudra donc faire une seconde réduction, & dire en suivant l'article 853 comme HK (7) est à IH (6) ainsi $15\frac{1}{2}$ ℔ est à la force réduite, qu'on trouvera de $13\frac{2}{7}$ ℔.

858. La longueur RH des aîles prises depuis le centre R de l'axe jusqu'à l'extrêmité H, se trouve ici de 10 pieds, d'où retranchant 3 pieds 6 pouces pour la distance HS, il restera $6\frac{1}{2}$ pieds pour la longueur du bras de levier de la puissance. D'autre part le rayon de la roue D pris depuis le centre de l'essieu jusqu'au centre de gravité d'un des godets, étant de 3 pieds, pourra être consideré comme un bras de levier à l'extremité duquel est appliqué le poids que l'on trouvera en divisant le moment de la puissance qui est $\frac{1209}{14}$ par le rayon de la roue, pour avoir $28\frac{11}{14}$ ℔; mais comme il s'agit d'élever l'eau par le moyen d'une roue dont les godets se touchent immédiatement, sur une demi-circonfé-

rence du cercle, & dont les bras de leviers doivent être exprimés par tous les sinus du quart de cercle & non par le seul rayon; le poids de l'eau réuni à l'extrêmité du rayon, sera à celui de l'eau contenue dans les godets comme la superficie d'un quart de cercle est à celle du quarré de son rayon, ou comme 11 est à 14: (57 58). Or ayant trouvé que la machine pouvoit élever à l'extrêmité du rayon une colonne d'eau du poids de 28 $\frac{11}{14}$ ℔ on dira donc comme 11 est à 14, ainsi 28 $\frac{11}{14}$ ℔ est à un quatriéme terme qu'on trouvera d'environ 36 $\frac{3}{4}$ ℔ pour le poids de l'eau que la roue élevera à chaque tour dans le cas du plus grand effet lorsqu'elle sera mise en action par un vent de 20 pieds de vitesse.

*Autre calcul pour découvrir la quantité d'eau que la même Machine épuisera par heure.*

859. Pour sçavoir combien cette machine épuisera d'eau en une heure, il faut considerer que la roue & les aîles ayant un axe commun feront un égal nombre de tours dans le même tems, que la vitesse des aîles prise à leur centre de gravité se trouvant le tiers de celle du vent dans le cas du plus grand effet, ne feront que 6 pieds 8 pouces de chemin par seconde qu'il faut multiplier par 3600 pour avoir leur vitesse par heure qui sera de 24000 pieds, qui étant divisé par 40 [illegible] pieds qui est la circonférence que décrit le centre de gravité de chaque aîle dans une révolution, donne 587 tours par heure qu'il faut multiplier par 36 $\frac{3}{4}$ ℔ d'eau, il vient 21572 ℔ ou environ 308 pieds cubes pour la quantité d'eau que cette machine épuisera par heure en faisant abstraction de ce qu'il s'en pourra perdre. Je ne dis rien du déchet que peut causer le frottement qui est peu de chose, n'ayant lieu qu'aux endroits O & P où l'arbre ED est soutenu, tous ces calculs précedens ne devant être considerés que comme des exemples pour faire sentir l'application des principes qui servent de fondement à ce chapitre.

J'oubliois de dire que pour qu'un tel moulin soit capable du plus grand effet, il faut sur toutes choses bien proportionner la grandeur des godets à la quantité d'eau qu'ils doivent puiser, sans quoi le plus ou le moins retarderoit ou augmenteroit la vitesse des aîles, & alors cette vitesse n'étant plus le tiers du vent, la machine ne feroit pas ce qu'on veut qu'elle fasse.

Pour dire aussi un mot de la girouette A, qui doit diriger le moulin au vent, il faut considerer qu'elle a 16 pieds 6 pouces de longueur depuis le pivot L jusqu'à son extrêmité R, & que la hauteur RS est de 6 pieds, ce qui donne une surface triangulaire de 49 $\frac{1}{2}$ pieds, sans avoir égard au vuide qui est vers le pivot L, qu'on a laissé tel pour faire voir le chassis auquel sont attachés les

ais, mais qui doit être couvert dans l'exécution; or ce triangle ayant $49 \frac{1}{2}$ pieds de superficie, présentera au vent une surface beaucoup plus grande que celles que peuvent présenter les aîles du moulin prises de côté, ainsi il faut de nécessité que le fort l'emporte sur le foible, d'autant plus que le bras de levier qui répond à la girouette est exprimé par l'intervalle LM, pris depuis le point d'apui L, jusqu'au centre de gravité M qui se trouve de 11 pieds de longueur. (100) Moyennant toutes ces considérations, il sera aisé de calculer l'effort du vent sur cette girouette.

860. La troisiéme figure représente une autre machine qui a un avantage sur la précedente, pouvant élever l'eau beaucoup plus haut; c'est une pompe aspirante dont le piston agit par le moyen des aîles d'un moulin à vent, & d'une manivelle; comme le mouvement du piston dépend de l'action des aîles, cette pompe élevera plus ou moins d'eau selon la vitesse du vent & la grandeur du corps de pompe. Je ne m'arrêterai pas à en faire le calcul, je me contenterai de dire qu'elle se dirige d'elle-même au vent par le moyen d'une girouette comme dans la précedente, n'ayant que le chassis ABCD qui tourne avec la girouette & les aîles; & le corps de pompe EF reste immobile étant bien arrêté par l'assemblage de charpente qui l'accompagne. Je crois qu'il n'est pas besoin d'ajouter que quand l'eau est élevée à la hauteur de la gargouille I, qui peut être située jusqu'à 30 pieds au-dessus de la surface de l'eau, elle va se décharger dans une goutiere ou auge pour être conduite à l'endroit où on veut, & que cette machine peut servir pour dessécher un terrein aquatique, ou pour arroser des Jardins, y faire des jets d'eau, cascades, &c.

*Description d'une pompe aspirante mise en mouvement par l'action du vent.*

PLAN. I. FIG. 3.

861. Voici un moulin à chapelet representé par la quatriéme figure de la seconde Planche, servant à épuiser l'eau par l'action du vent, & qui peut être très-utile pour dessecher un terrein aquatique. Il est composé d'un axe CD, auquel sont attachées les aîles; cet axe tourne dans deux especes de colets L & M, il est disposé de façon qu'il ne touche point l'arbre immobile A, autour duquel tourne toute la machine pour être dirigée au vent par la girouette; c'est pourquoi ce moulin doit avoir autour de lui un fossé circulaire BB, afin que de tout sens le chapelet trempe dans l'eau: l'axe CD doit être percé depuis C jusqu'à son extrêmité D, pour recevoir l'eau que le chapelet éleve, & la conduire ensuite dans la goutiere circulaire KK, qui est soutenue sur des poteaux assemblés par des croix de Saint André, afin que de quelque côté que le moulin soit situé, le tuyau D puisse verser l'eau sans perte; & pour empê-

*Description d'un moulin à vent pour dessécher un terrein aquatique.*

PLAN. 2. FIG. 4. & 5.

cher que le tuyau F, qui reçoit l'eau de la goutiere pour la conduire où l'on souhaite, n'interrompe le mouvement des aîles du moulin, lorsqu'elles se trouveroient de ce côté-là : on a fait un Siphon GF, afin que les aîles puissent passer librement. J'ajouterai que l'axe CD se trouvant plus chargé du côté C, que du côté D, on pourra donner l'équilibre en attachant des poids à l'extrêmité de la girouette.

Comme le plus essentiel de la machine consiste à faire tomber l'eau des barils dans le Canal pratiqué au centre de l'arbre tournant CD, on a crû que pour plus d'intelligence, il convenoit de dessiner en grand la lanterne qui porte le chapelet exprimé par la cinquiéme figure. Nous supposerons qu'elle tourne du sens que le marquent les fléches qui sont à la circonférence; cela posé, il faut être prévenu que la lanterne est divisée en quatre cellules par des cloisons de planches qui répondent à quatre ouvertures quarrées, comme *c* & *d*, pratiquées dans l'essieu à l'endroit de la lanterne. En dedans de chacune de ces ouvertures, il y a un petit clapet de fer ou de cuivre, qui s'ouvre & se ferme par son propre poids : par exemple, l'on sent bien qu'à mesure que le chapelet tourne, chaque baril, lorsqu'il se trouve vers le sommet de la lanterne, verse son eau dans la cellule *abc* qui lui répond, & qu'alors le clapet *f* du trou *c* qui regarde cette cellule, se trouve ouvert pour donner passage à l'eau qui entre dans le tuyau; un instant après aussi-tôt que la lanterne a fait un demi-tour, le trou qui étoit ouvert se trouve fermé par le propre poids du clapet, comme on le voit en *g*; mais comme il y en a quatre qui s'ouvrent & se ferment l'un après l'autre, l'eau en trouve toujours un ouvert pour lui donner entrée dans le tuyau, ce qui est assez bien exprimée par la figure, pour n'avoir pas besoin d'une plus longue explication.

*Calcul du même moulin, en égard à la vitesse du vent, pour connoître le poids de l'eau qu'il peut élever.*

862. Pour donner un nouvel exemple de la maniere de calculer les machines mûes par le vent, je suppose que les toiles de chaque aîle s'étendent depuis O jusqu'en P, sur la longueur de $8\frac{1}{2}$ pieds, & sur cinq de largeur, ce qui donne $42\frac{1}{2}$ pieds quarrés pour la superficie de chacune, & 170 pour les quatre ensemble; ainsi on aura $ff = 170$; je suppose aussi que la distance du centre R de l'axe au centre de gravité Q des aîles est de 6 pieds; & comme c'est du point Q qu'on doit mesurer la vitesse des aîles, il suit que le rayon de la lanterne étant le quart du bras de levier QR, le rapport de la vitesse de la puissance appliquée au point Q, sera à celle du poids, comme 4 est à 1. Or, si l'on nomme *a*, la

la viteſſe du vent; $\frac{a}{3}$ exprimera celle de la puiſſance dans le cas du plus grand effet; parconſéquent $\frac{a}{12}$ pourra exprimer la viteſſe du poids qui étant nommé $x$, & la puiſſance P, on aura $P \times \frac{a}{3} = x \times \frac{a}{12}$; mais comme la formule de l'article 854 donne $P = \frac{aaff}{2888}$ ſubſtituant la valeur de P dans l'équation précedente, on aura $\frac{aaff}{2888} \times \frac{a}{3} = x \times \frac{a}{12}$ ou $\frac{aaff}{744} = x$ après la réduction, qui eſt une derniere équation ou formule, dans laquelle il ne s'agit plus que de connoître la viteſſe du vent, pour juger de la peſanteur du poids que la machine élevera dans le cas du plus grand effet & de la ſituation la plus avantageuſe des aîles par rapport à l'axe.

Ayant $ff = 170$, & ſuppoſant que la viteſſe du vent ſoit de 16 pieds, on aura $aa = 256$; par conſéquent $\frac{256 \times 170}{744} = x = 55\frac{1}{4}$ ℔, c'eſt-à-dire, que les barillets du chapelet pris d'un côté ſeulement, & qui ſont depuis la ſurface B de l'eau juſqu'au ſommet N de la lanterne, ne doivent comprendre enſemble qu'environ 56 ℔ d'eau pour en élever le plus qu'il eſt poſſible, avec le plus de viteſſe.

863. Il faut remarquer que plus la hauteur où on voudra élever l'eau ſera grande, & moins on en puiſera dans le même tems, parce que le chapelet ſera plus long; & comme il doit être aſſujetti à ne porter que la même quantité d'eau, les barils ſe trouvant en plus grand nombre, il faudra que la lanterne faſſe auſſi plus de tours pour les vuider tous. Or, ſi l'on ſuppoſe qu'il s'agit d'élever l'eau à 15 pieds, & que la circonférence de la lanterne ſoit de 10 pieds, il faudra qu'elle faſſe un tour & demi, pour que tous les barils qui ſont depuis B juſqu'en N, puiſſent ſe vuider dans le canal CD: pendant ce tems, la machine n'aura élevé que 56 ℔ d'eau, ou ce qui revient au même $37\frac{1}{3}$ ℔ à chaque tour de lanterne. Et, comme les aîles de la machine & la lanterne tournent en même tems, on pourra eſtimer la quantité d'eau que le chapelet puiſera en une heure, dès qu'on ſçaura le nombre de tours que les aîles feront pendant ce tems. Car le centre de gravité Q étant éloigné de 6 pieds du centre R de l'axe, décrira à chaque tour une circonference d'environ 19 pieds; & la viteſſe des aîles ne devant être que le tiers de celle du vent; le point Q ne parcourra que 5

*Eſtimation de la quantité d'eau que ce moulin peut épuiſer par heure.*

pieds 4 pouces par seconde. Il lui faudra donc un peu plus de trois secondes & demie pour décrire une circonférence entiere ; mais nous supposerons que ce tems suffit, afin d'éviter l'embarras du calcul : cela étant, les aîles feront 17 tours & $\frac{1}{2}$ en une minute, & à peu près 1050 en une heure. Or nous sçavons qu'à chaque tour de lanterne, le chapelet doit élever 37 $\frac{1}{2}$ ℔ d'eau, ainsi multipliant ce nombre par 1050, l'on aura 39375, qui étant divisé par 70, donnent environ 563 pieds cubes, pour la plus grande quantité d'eau que cette machine élevera en une heure à la hauteur de 15 pieds par un vent de 16 pieds de vitesse par seconde.

*La grandeur des barillets du chapelet doit être proportionnée à la hauteur où il faudra élever l'eau.*

Après avoir trouvé l'eau qui peut être contenue dans les barils depuis B jusqu'en N, il faut proportionner la grandeur de ces barils à leur nombre, afin que chacun ne contienne à peu près que la quantité qu'il doit élever ; car s'il en contenoit davantage, la machine iroit plus lentement, & la diminution de vitesse n'étant point compensée par une quantité d'eau proportionnée à la perte du tems, la machine ne seroit plus capable du plus grand effet : en un mot, il arriveroit tout ce que nous avons dit des machines mûes par l'eau, puisque ceci n'est qu'une suite du premier Volume, articles 589, 595 : car qu'une machine soit mise en mouvement par l'eau ou par le vent, elle ne pourra jamais élever dans l'état de perfection que les $\frac{4}{9}$ de son poids d'équilibre.

*Description d'une Machine pour arroser un terrain aride.*

PLAN. 3.

864. Voici encore un moulin dans le goût des précedents, pour arroser un terrain aride, qui est assez bien imaginé. La seconde figure est le plan du fond d'un puits creusé à une profondeur convenable pour recevoir les eaux d'un ruisseau ou d'une riviere, c'est pourquoi il répond à un fossé de communication par le petit aqueduc AB. La premiere figure exprime le profil du puits, & celui de la machine dont il s'agit, le seuil C, sert à loger une crapaudine, dans laquelle tourne un pivot attaché à la femelle D, d'un chassis DEE, composé de deux montants E, assemblés avec les entretoises G ; ces montans vont aboutir à un cylindre de bois F, qui tourne dans un collier HI, ce collier est soutenu & assemblé avec huit pieces K, qui sont enmortoisées dans une femelle circulaire LM, posée sur le bord du puits, que l'on ne peut bien distinguer que dans la quatriéme figure. Cette charpente qui sert à soutenir le sommet de la machine est immobile, mais non pas le chassis DEE, qui tourne en tout sens au gré du vent à l'aide d'une girouette, dont la queue ON, est faite d'une piece de 4 pouces d'épaisseur sur 12 depuis N jusqu'en P de largeur, posé à plat,

mais la partie PO, est beaucoup plus legere que l'autre NP, qui PLAN. 3.
a besoin d'une certaine force pour être liée avec le cylindre F; cette piece est traversée par les tenons R, des poupées Q, retenues avec des clefs; ces poupées servent à porter l'arbre ST, auquel sont attachées les aîles U: ainsi l'on voit que quand le vent frappe sur la girouette, le chassis DEE, & l'arbre du moulin tournent pour se mettre dans sa direction.

Au milieu de l'arbre est une molette X, ayant deux canelures paralleles, servant à loger deux cordes ou deux chaînes sans fin, qui passent au travers de la piece NP & du cylindre, l'une & l'autre étant percée d'un trou; ces cordes soutiennent en l'air un tambour *ab*, qui porte un chapelet dont voici l'effet.

Quant l'arbre ST tourne la molette X, il fait tourner en même tems le tambour *ab*, par conséquent le chapeletqui puise l'eau pour la porter en haut, & la répandre dans le corps du tambour, dont la construction est représentée par les figures 9, 10, 11, & 12: la 11[e] en est l'élevation vûe en face; la 10[e] un profil pris le long de l'axe; la 9[e] & 12[e] deux autres profils coupés perpendiculairement au même axe. Par ces développemens l'on voit que le tambour est composé de deux molettes CD, percées diametralement d'un trou E, & jointes ensemble par huit ais comme F, formant autant de cellules sans fond qui vont se terminer à la circonference du trou E, au travers duquel passe un petit canal de cuivre GH exprimé par les figures 6 & 8, qui en font voir le Plan & le profil. Ce canal, qui sert comme d'essieu au tambour, est arrêté à demeure avec les montans E du chassis DEE, qu'il traverse, comme les figures 14 & 16 le font voir; le tambour se place dans l'intervalle CD, des figures 6 & 8, & tourne autour du canal GH, sans presque le toucher, parce qu'il est suspendu aux cordes dont nous venons de parler.

Les extrêmités G & H du canal répondent dans la 4[e] figure à une rigole Q creusée dans la pierre qui couronne le puits; ainsi l'on voit que le chapelet en tournant répand son eau dans le canal, de-là passe dans la rigole, & ensuite coule dans une gargouille ST, pour être conduite où l'on veut.

La troisiéme & cinquiéme figure sont deux élevations différentes de ce moulin l'une en face & l'autre de côté, avec le profil du fossé où se rassemble l'eau & son entrée dans le puits; enfin la 7[e] figure est une représentation du petit toir qui couvre l'arbre du moulin & qui tourne avec lui; quant à la 15[e] figure elle marque

l'aſſemblage des pieces qui compoſent le collier HI, déſigné dans la 5$^{e}$ & 7$^{e}$. Je ne dis rien de la 13$^{e}$, qui eſt un bout de chapelet dont il eſt aiſé de s'imaginer la conſtruction. Je n'ai pas cru qu'il fut néceſſaire de calculer l'effet de cette machine, le grand nombre des exemples de même eſpece ne faiſant qu'enfler un livre mal à propos.



Echelle de la 3e. et 5e. figure.

3 4 5 10 15 Pieds

Dessein d'une machine pour Elever l'Eau par le moyent du vent.

Fig. 3e

A D E B C I H G F

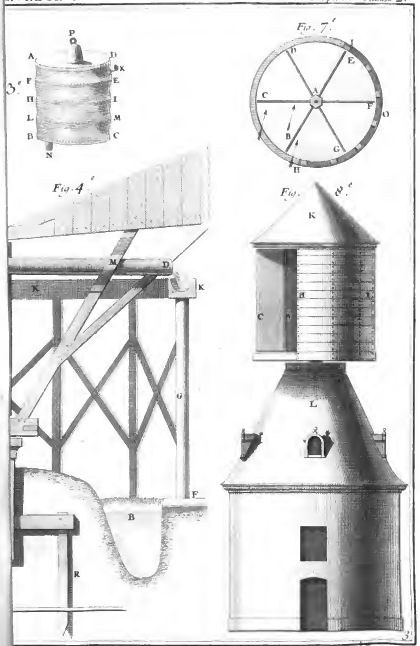
Fig. 4e

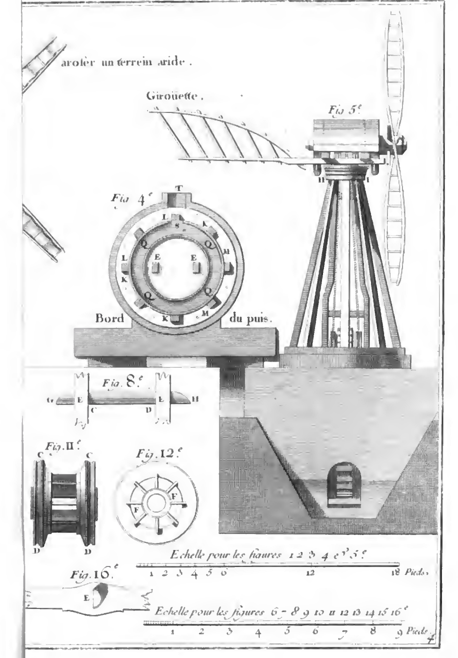
D B

Elevation d'un Moulin a vent, pour faire voir l'angle que les Ailes doivent former avec l'axe.

Goutiere pour la conduitte de l'Eau.




Fig. 3.e
P
O
A
D
K
F
E
H
I
L
M
B
C
N
Fig. 7.e
D
I
E
C
A
F
O
B
G
H
Fig. 4.e
M
D
K
K
G
F
B
R
Fig. 8.e
K
C
H
I
L
3


aroser un terrein aride.
Giroüette.
Fig. 5.e
Fig. 4.e
Bord
du puis.
Fig. 8.e
Fig. II.e
Fig. 12.e
Echelle pour les figures 1 2 3 4 et 5.e
1 2 3 4 5 6
12
18 Pieds.
Fig. 16.e
Echelle pour les figures 6 - 8 9 10 11 12 13 14 15 16.e
1 2 3 4 5 6 7 8 9 Pieds.

# CHAPITRE III.

## *Où l'on donne une Description générale des Pompes de toutes sortes d'especes, avec un examen de ce qui peut contribuer à les rendre parfaites.*

LES Pompes sont devenues si nécessaires par les commodités qu'elles procurent, & le sujet est par lui-même si intéressant, qu'on peut regarder ce chapitre, comme un de ceux de cet Ouvrage qui mérite le plus d'attention. On y trouvera un examen de toutes les pompes qui ont été imaginées jusques ici; je m'y suis appliqué d'autant plus volontiers, que je ne crois pas que personne ait pris ce soin d'une maniere assez instructive, pour satisfaire ceux qui aiment que les choses soient traitées avec exactitude, & qui ne s'en tiennent pas aux usages, que les gens qui n'ont que la simple pratique se sont faits, sans rechercher si telles ou telles parties d'une pompe ne sont pas susceptibles d'une plus grande perfection.

De quelque maniere que l'on fasse agir ces sortes de machines, elles peuvent toutes se réduire à trois especes principales : sçavoir, la *Pompe aspirante*, la *Pompe refoulante*, & celle qui est en même tems, *aspirante & refoulante*. PLAN. I.

FIG. I.

*Description d'une Pompe aspirante.*

865. La Pompe *aspirante simple* est composée de deux tuyaux AB, CD, dont le diamétre du second est beaucoup plus grand que celui du premier ; ces deux tuyaux sont unis par deux especes de rebords EF, que l'on nomme *brides*, qui ont été fondues avec les tuyaux mêmes; ces brides sont percées de quatre trous pour y passer des *vis* CC, qui s'ajustent dans des écrouës; & pour serrer plus intimement ces brides l'une contre l'autre, on met entre deux des *rondelles* de cuir. Le tuyau AB qui trempe dans l'eau YZ, qu'on veut élever, se nomme *tuyau d'aspiration*; son extrêmité est un peu évasée par le bas, pour que l'eau s'y introduise mieux; & à l'endroit AA, est une plaque de tôle percée d'un nombre de trous, pour que l'eau en montant n'entraîne point d'ordure. Le tuyau CD qui est ordinairement de cuivre ou de potain, se nomme *corps de pompe* que l'on fait interieurement fort poli, parce que c'est-là dedans que joue *le piston* dont il convient de diminuer le frottement le plus qu'il est possible.

*Explication du Piston de la Pompe aspirante.*

PLAN. I.

866. Le piston de cette pompe est une espece de cone tronqué renversé OKPL, dont la grande base est entourée d'une bande de cuir, clouée par une ou deux rangées de cloux posés près-à-près; cette bande doit être un peu évasée en entonnoir du côté du Ciel, & entrer avec peine dans le corps de pompe quand on y introduit le piston, dont le diametre doit être de deux lignes plus petit: ces sortes de pistons se font de bois de *charme* ou *d'aune*, étant moins sujets à se fendre que les autres; on frette leurs deux bases avec des *cercles* de fer, afin qu'ils durent plus long-tems. Ce piston est percé d'un trou, MKL, le long de son axe, que l'on ferme d'une *soupape* N, faite de cuir attachée sur le bois par une queue servant de charniere; cette soupape quand elle est abatue, doit déborder d'un demi pouce le pourtour du trou, & pour le fermer plus exactement, on la charge d'une plaque de plomb; enfin le piston a une queue, OQP, faite du même morceau de bois dont il est composé, évuidée en forme d'arcade, ORP, à laquelle est attachée une *tige de* fer, R 4; on a représenté en particulier ce piston sur la planche 3 par les figures 11 & 12.

*Détail de la soupape qui se place au fond d'un corps de pompe.*

PLAN. I. FIG. 1. 2. 3. & 4.

867. Dans le milieu EF, de la jonction du corps de pompe, & du tuyau d'aspiration, est un autre trou H, fermé par une seconde soupape G, qui se trouve développée par les figures 2, 3, & 4, ausquelles je m'arrêterai un moment. Le tuyau d'aspiration AB, est uni à une plaque de cuivre représentée par la quatriéme figure, l'un & l'autre ayant été fondu en même tems; cette plaque est percée dans le milieu du trou H, dont nous avons déja fait mention, & le diametre EF excedant celui du tuyau d'aspiration, la partie excedante forme une couronne que nous avons appellée *bride*, dont la largeur est exprimée par l'intervalle EG, & IF, de deux cercles concentriques. C'est sur cette couronne que l'on applique une rondelle de cuir NKL, échancrée de N en L, pour loger la queue de la soupape, comme on le peut voir dans la figure troisiéme, où il est aisé de distinguer le morceau de cuir qui compose la soupape, qu'on a exprimé d'une teinte un peu plus forte que le reste. On remarquera que son diametre est plus petit que GI, & plus grand que celui du trou H, afin qu'il puisse le fermer exactement. La seconde figure montre que si l'on applique le rebord du corps de pompe sur la troisiéme, la queue N, de la soupape, & la rondelle de cuir OQP, se trouveront enfermées entre les deux brides, que l'on serre l'une contre l'autre, à l'aide des vis & des écroues, comme nous l'avons dit plus haut.

Il faut que le morceau de fer ou de cuivre R, dont la soupape

est chargée, pour lui donner du poids, afin qu'elle se ferme plus promptement, ait aussi une forme circulaire, & que son diametre excede un peu celui du trou H; sur tout quand il est question des pompes refoulantes; afin que la grande pression que la soupape est obligée de souffrir, ne la fasse pas plier.

*De quelle maniere le poids de l'atmosphere fait monter l'eau dans les Pompes.*

PLAN. I. FIG. I.

868. Quand on leve le piston, il laisse un grand vuide dans l'espace ISTG, où il ne reste qu'un air extrêmement dilaté; alors celui du tuyau d'aspiration n'étant plus en équilibre avec celui du corps de pompe, (814) éleve par la force de son ressort la soupape G, qui fermoit la communication des deux tuyaux, se dilate dans l'espace ISTG, & se met au même degré de raréfaction, depuis la surface de l'eau, jusqu'au dessous de la base ST du piston: son ressort se trouvant affoibli, donne lieu au poids de l'atmosphere, qui presse sur la surface YZ de l'eau, de la faire monter dans le tuyau d'aspiration (790) jusques à une certaine hauteur, qui n'est pas bien grande au premier coup de piston; car l'eau ne peut monter dans le tuyau, sans condenser l'air qui s'y trouve; parce qu'elle le réduit dans un espace plus petit, que celui où il étoit, de toute la capacité dont elle occupe la place. Aussi l'eau monte-t'elle au commencement plus vîte que sur la fin, parce qu'à mesure qu'elle chasse l'air en avant, elle le condense davantage, & devient elle-même en partie la cause de l'obstacle qui l'empêche de monter plus haut; car si elle s'arrête par exemple à la hauteur de trois pieds au-dessus de la source, & qu'on suppose le poids de l'atmosphere équivalent à celui d'une colonne d'eau de 31 pieds de hauteur, il arrivera (814) que le ressort de l'air resté dans la pompe, est encore capable de soutenir une colonne d'eau de 28 pieds, après la condensation causée par l'eau qui est montée.

Si l'on fait descendre le piston, la soupape G, se refermera, l'air contenu dans l'espace ISTG, se trouvant comprimé de plus en plus, à mesure que le piston descendra, son ressort acquerra une force au-dessus du poids de l'atmosphere, (812) levera la soupape N, & s'échappera par le trou KLM. Alors si on leve le piston tout de nouveau, la soupape N se refermera, & l'air du tuyau AB se dilatera dans l'espace IT, le poids de l'atmosphere fera monter l'eau encore plus haut qu'en premier lieu; enfin continuant de faire jouer le piston, l'eau parviendra dans le corps de pompe jusqu'à une certaine hauteur 5, 6; & l'espace I, S, T, G, du corps de pompe se trouvera remplie en partie par l'eau & par l'air, qui sera réduit dans l'espace 5, S, T, 6; mais faisant descendre le piston, la soupape C se refermera, ce qui restoit d'air dans le

corps de pompe, fera contraint de passer à travers le piston avec une partie de l'eau, qui étant une fois montée au-dessus de la soupape N, il n'y aura plus du tout d'air au-dessous, c'est alors que l'eau l'accompagnera en montant jusqu'à la hauteur ST. Faisant descendre le piston, l'eau du corps de pompe, se trouvant refoulée, passera au-dessus, & lorsqu'on le fera remonter, elle ira se dégorger dans la cuvette VX, pour être distribuée où on le jugera à propos; ainsi on voit que tout le jeu de cette pompe se fait par l'action de l'air exterieur, (790) & le mouvement des deux soupapes N & G, qui s'ouvrent & se ferment alternativement.

*Maniere de calculer la hauteur où l'eau peut monter par aspiration, à chaque coup de piston.*

869. Si l'on vouloit sçavoir à quelle hauteur l'eau montera dans le tuyau d'aspiration, au moment de la premiere élevation du piston, aussi-bien qu'à toutes les autres suivantes, tant qu'elle soit parvenue à une hauteur déterminée dans le corps des pompes; il faut commencer par chercher la capacité du tuyau d'aspiration, y compris l'espace vuide qui se trouve au-dessous de la soupape N, lorsque le piston est arrivé au plus bas du fond du corps de pompe, qu'il ne touche jamais à cause du relief de la soupape G. Le trou KLM laisse encore un espace rempli d'air qu'on doit considerer aussi comme faisant partie du tuyau d'aspiration, dont la capacité sera par conséquent exprimée par le volume d'air, qui est depuis la surface de l'eau, jusques au-dessous de la soupape N, qu'il faudra diviser par la superficie du cercle interieur du tuyau d'aspiration, afin d'avoir la hauteur qu'auroit ce tuyau, s'il étoit uniforme d'un bout à l'autre. Il faut de même chercher l'espace que le piston parcourt, & le diviser par la superficie du cercle du tuyau d'aspiration, alors le quotient exprimera la hauteur du vuide du corps de Pompe, réduit en un tuyau de même diametre, que celui d'aspiration; & le rapport de ce quotient & du précédent, sera le même que celui du vuide du corps de pompe à la capacité du tuyau d'aspiration. Pour rapporter ces deux termes à une application qui puisse servir d'exemple, nous supposerons qu'on a trouvé 26 pieds pour le premier quotient, & 6 pieds pour le second, ajoutant ces deux nombres ensemble, on aura 32 pieds, qui exprimeront la capacité du tuyau d'aspiration, avec celle du vuide causé par l'élevation du piston, *ainsi l'air naturel renfermé dans le tuyau d'aspiration, est à la dilatation où il se trouve après avoir élevé le piston pour la premiere fois, comme 26 est à 32* (801.)

Nous supposerons que $c$, exprime le poids de l'atmosphere équivalant à une colonne d'eau de 31 pieds de hauteur; $x$, la hauteur où doit s'élever l'eau dans le tuyau d'aspiration au premier coup

de

de piſton, que $26=a$, & $32=b$. Cela poſé, quand on aura levé le piſton, la dilatation de l'air exprimée par $b$, ſeroit en équilibre avec la colonne $c$, moins la hauteur de l'eau qui ſera montée dans le tuyau d'aſpiration, c'eſt-à-dire avec $c-x$, ſi l'eau qui monte dans le tuyau d'aſpiration ne diminuoit pas le volume de l'air, de toute la capacité dont elle occupe la place; car comme nous venons de remarquer dans l'article 868, l'eau chaſſera l'air en avant; ainſi la dilatation de cet air ne ſera plus exprimée par $b$, mais bien par $b-x$ : c'eſt donc avec cette quantité que la colonne $c-x$, ſera en équilibre; mais par les articles 814, 815, l'on ſçait que le produit de l'eſpace qu'occupe l'air, par la charge qu'il ſoutient, eſt toujours égal au produit de l'eſpace dans lequel il s'eſt dilaté, par le poids dont ſon reſſort eſt capable alors; c'eſt pourquoi le produit du volume de l'air naturel du tuyau d'aſpiration par 31 pieds d'eau qui eſt $ac$, ſera égal à celui de $b-x$ par $c-x$, qui donne $ac=bc-cx-bx+xx$; & ſuppoſant $c+b=2d$, on aura $ac-bc=xx-2dx$, ou $ac+dd-bc=dd-2dx+xx$, ou enfin $x=d-\sqrt{ac+dd-bc}$, qui fait voir qu'au premier coup de piſton, l'eau montera dans le tuyau d'aſpiration à la hauteur d'environ trois pieds un pouce 4 lignes. On trouvera de même à quelle hauteur elle montera après chaque coup de piſton, & combien il en faut donner avant que l'eau commence à ſe rendre dans la cuvette; mais c'eſt à quoi je ne m'arrêterai pas davantage, ces recherches étant plus curieuſes, qu'utiles dans la pratique; il me ſuffit d'en avoir donné l'introduction.

*Deſcription d'une Pompe refoulante plongée dans l'eau.*

870. A l'égard des Pompes refoulantes, leurs parties ſont les mêmes que celles des aſpirantes, n'y ayant de différence que dans leur poſition, comme on en peut juger par la figure cinquiéme, où l'on voit que le corps de la Pompe ABCD, trempe dans l'eau qu'on veut élever, dont la ſurface eſt exprimée par la ligne 2, 3; PLAN. I. il eſt uni à un *tuyau montant* BGHC, à l'aide des brides & des vis: ce tuyau eſt compoſé de deux pieces; la premiere BEFC, eſt FIG. 5. contournée de maniere à ne point faire obſtacle au mouvement du chaſſis de fer TXYV, qui porte la tige N du piſton M; & la ſeconde EGHF dont la groſſeur eſt uniforme, conduit l'eau à l'endroit où on veut l'élever.

*Détail du piſton d'une Pompe refoulante.*

Le piſton de cette Pompe différe peu de celui de la figure premiere, étant percée de même d'un trou L, couvert d'une ſoupape K; toute la différence eſt qu'il eſt poſé le haut en bas; ſa tige NO étant attachée au travers RS & TV du chaſſis, lequel eſt ſuſpendu à la piece Z, qui eſt cenſée répondre à un balancier, ou

à une manivelle : les figures 9 & 10 de la Planche troisiéme, font voir ce piston représenté selon deux sens différens.

Quelquefois le corps de Pompe est de deux pieces, afin d'évaser celle d'en bas APDQ, pour faciliter l'entrée du piston, & donner plus d'aisance à l'eau de monter; c'est ainsi qu'on en a usé dans la construction des Pompes de Lyon, mais on peut le faire tout d'une piece, & se contenter d'en évaser la partie inferieure dans l'épaisseur du métal, comme on l'a pratiqué aux Pompes de Notre-Dame & de la Samaritaine à Paris, dont nous ferons mention dans la suite. Quant à la partie superieure du corps de Pompe, on voit qu'elle est percée d'un trou couvert d'une soupape I, dont voici l'effet, qui est celui de la Pompe même.

*Explication de l'effet de cette Pompe.*

871. Il faut d'abord s'imaginer que le piston est au haut du corps de Pompe; quand il descendra pour la premiere fois, il laissera un espace vuide, où il ne pourra y avoir qu'un air extrêmement dilaté, provenant de celui qui étoit entre les soupapes I & K; alors l'eau dont il veut occuper la place sera poussée de bas en haut par les colonnes collaterales, aidées du poids de l'atmosphere; (790) la soupape K s'ouvrira, l'eau passera au travers du piston, montera dans le corps de Pompe, & chassera en avant l'air qui y étoit resté, qui se réduira à peu près dans l'état où il étoit auparavant; mais aussi-tôt que l'on fera remonter le piston, la soupape K se refermera, & l'eau qui est au-dessus étant refoulée de bas en haut, ouvrira la soupape I, & passera avec l'air du corps de Pompe dans le tuyau montant : le piston venant à descendre, le poids de l'eau renfermée dans le tuyau montant, refermera la soupape superieure, & le vuide qui se formera dans le corps de Pompe, sera successivement rempli d'eau, à mesure que le piston descendra ; ce qu'elle fera avec d'autant plus de liberté, qu'elle ne rencontrera d'autre obstacle, que celui que peut causer le poids de la soupape K, qui est peu de chose : enfin, lorsque le piston remontera, l'eau dont il sera chargé passera de nouveau dans le tuyau montant, & continuant la même manœuvre un certain nombre de fois, elle parviendra dans le réservoir où on veut l'élever.

*Description des Pompes aspirantes & refoulantes.*

872. Après l'idée que je viens de donner des Pompes de la premiere & de la seconde espece, il sera aisé de juger de l'effet de la troisiéme, c'est-à-dire de la Pompe *aspirante & refoulante*. La figure sixiéme montre qu'elle est composée d'un corps de Pompe ABCD, d'un tuyau d'aspiration CDEF, & d'un autre montant GKNO, lequel est fait de trois pieces : la premiere GK est supposée avoir été coulée avec le corps de Pompe ; la seconde IKLM sert à for-

PLAN. 1. FIG. 6.

mer le coude que ce tuyau doit avoir, & la troisiéme LNOM, à faire monter l'eau au réservoir : à l'endroit de la jonction IK, est une soupape pendante S, en forme de clapet, qui s'ouvre & se ferme alternativement avec la soupape R, qui est au fond du corps de Pompe : la premiere S, sert à retenir l'eau qui est passée dans le tuyau montant, pour l'empêcher de descendre dans le tems de l'aspiration, comme on le va voir.

*Détail du piston de cette Pompe.*

873. Le piston PQTV de cette Pompe est massif, & traversé d'une tige de fer arrêtée par deux clavettes ; il ressemble à deux cônes tronqués égaux & semblables, qu'on auroit unis par leurs petites bases : chacun de ces cônes est garni d'une bande de cuir évasée d'un sens contraire.

Comme le piston ne doit point descendre plus bas qu'à l'endroit TV, parce qu'autrement il boucheroit l'entrée GH du tuyau montant ; on voit que d'abord il y a de l'air grossier enfermé dans l'espace XTZ, sans qu'on puisse l'empêcher, quoique ce soit un défaut essentiel comme nous le ferons voir ailleurs. Ainsi quand on leve le piston pour la premiere fois, cet air se dilate dans le corps de Pompe, & cesse d'être en équilibre avec celui du tuyau d'aspiration, qui leve la soupape R par la force de son ressort pour se dilater aussi, ce qui laisse à l'eau la liberté de monter de quelques pieds, comme on l'a expliqué dans l'article 868. Alors la soupape S reste fermée, & ne pourroit même s'ouvrir qu'avec difficulté, parce que l'air du tuyau montant dont elle est pressée, a plus de ressort que celui qui se trouve du côté de Z ; mais le piston venant à descendre, la soupape R se referme, l'air contenu dans le corps de Pompe étant refoulé de plus en plus, acquiert une force de ressort au-dessus de celui qui appuye contre la soupape S, laquelle s'ouvre, & l'air du corps de Pompe passe dans le tuyau montant, tant que de part & d'autre ils soient en équilibre. Ensuite faisant remonter le piston, la soupape S se referme, l'autre R s'ouvre, l'air du tuyau d'aspiration se dilate de nouveau, & est refoulé ensuite dans le tuyau montant. Continuant la même manœuvre, l'eau parvient enfin dans le corps de Pompe, où elle se trouve mêlée avec l'air qu'on n'a pû épuiser, qui est ensuite chassé avec une partie de l'eau par la descente du piston, l'un & l'autre passant dans le tuyau montant, & c'est après cela que celle d'en bas monte sans difficulté dans le corps de Pompe, où elle accompagne le piston jusqu'en haut, pour être refoulée dans le tuyau montant, où elle est retenue dans le tems que le piston aspire de nouveau.

*Situation differente qu'on peut donner aux tuyaux d'aspiration des Pompes aspirantes & refoulantes.*

874. Les Pompes de la troisiéme espece, peuvent être variées de plusieurs manieres dans leurs constructions, qui ont chacune leurs avantages & leurs défauts, que nous examinerons après avoir montré les différentes situations qu'on peut donner aux tuyaux d'aspiration & aux tuyaux montans, par rapport aux corps de Pompe.

Fig. 7.

Dans la figure septiéme on voit que le tuyau d'aspiration CDE, est dégagé du corps de Pompe auquel il est uni vers le haut, afin que le piston A qui ne differe en rien du précedent, sinon que sa tige est portée par un châssis, puisse refouler l'eau de bas en haut, au-lieu que dans l'autre il la refoule de haut en bas; car l'on voit bien que lorsqu'il baissera pour la premiere fois, il formera un vuide dans lequel se dilatera l'air naturel renfermé dans l'espace CB; alors celui du tuyau d'aspiration ouvrira la soupape C, & viendra se répandre dans le corps de Pompe, faisant remonter le piston, la soupape F s'ouvrira, & la plus grande partie de l'air sera refoulée dans le tuyau montant G; continuant à aspirer & à refouler, l'eau parviendra enfin dans le corps de Pompe & montera dans le tuyau G, ce qui est aisé à entendre par ce qui a été dit ci-devant.

*Description des Pompes du Pont Notre-Dame à Paris.*

Fig. 8.

875. Les Pompes de la troisiéme espece ont quelque fois deux pistons, dont l'un aspire l'eau tandis que l'autre la refoule pour la faire monter; telles sont les pompes du Pont Notre-Dame à Paris, dont la figure huitiéme represente l'effet: d'abord il y a un corps de Pompe AB uni avec le tuyau d'aspiration EF, ayant une soupape Y, à la jonction comme à l'ordinaire, ce corps de Pompe dégorge son eau dans une *bache* HG, d'où elle est ensuite reprise par l'autre piston O, pour être refoulée dans le corps de Pompe PQ; & delà dans le tuyau montant RS, qui aboutit au reservoir. Je crois qu'il n'est pas besoin de dire que les tiges M & N des pistons sont attachées à la traverse KL du chassis CD, qui les fait jouer en cette sorte.

Lorsque le chassis monte, l'eau de la riviere passe dans le tuyau d'aspiration EF par la pression de l'air exterieur, (790) & levant la soupape Y, monte dans le corps de pompe AB que le piston I a laissé vuide, & quand le chassis descend la soupape X s'ouvre, & l'autre Y se referme, & toute l'eau du corps de pompe passant au travers du piston, va se décharger dans la bache HG. D'un autre côté le piston O en descendant laisse un espace vuide dans le corps de pompe PQ; alors l'air qui presse sur la surface HW de l'eau de la bache, fait lever la soupape T, & le corps de pompe se remplit; peu après le piston venant à remonter, la soupape T se

referme, force l'eau d'ouvrir l'autre V, passe dans le tuyau RS, qui se referme aussi-tôt que le piston descend: ainsi l'on voit que la cuvette reste toujours pleine, le piston I aspirant autant d'eau que l'autre O en refoule: il est même à propos de donner quelques lignes de plus au diametre du corps de pompe d'en bas qu'à celui d'en haut, afin qu'il y aye toujours plus d'eau dans la bache qu'il n'en peut monter, pour survenir à la dépense de celle qui se perd.

876. Voici encore une autre sorte de pompe qui appartient à la troisiéme espece, exécutée à la Machine de Marly; d'abord il est question d'un tuyau de communication HLMKIFDCEG, d'une seule piece dont l'un des bouts GH est uni avec un tuyau d'aspiration NO, qui trempe dans l'eau; l'autre LMK qui est fait en retour d'équerre aboutit au tuyau montant KSM, qui porte l'eau sur la montagne au premier reservoir; dans le milieu est une branche ECDF, entée avec le corps de pompe ABCD, dans lequel agit le piston Q, parfaitement cylindrique & massif, traversé par la tige VY, suspendu à une *bille* pendante, qui lui donne le mouvement comme nous le ferons voir ailleurs. PLAN. 2. FIG. 13. *Description d'une Pompe de la Machine de Marly.*

A l'égard de l'effet de cette pompe, l'on voit que quand le piston monte jusques en T, l'air de la partie PX se dilate dans l'espace YZ; celui du tuyau d'aspiration NO, ouvre la soupape P, & se répand avec le précedent, & la soupape R reste fermée par l'action du poids de l'atmosphere; mais quand le piston baisse, la soupape P se referme, l'autre R s'ouvre, & l'air est refoulé dans le tuyau S; lorsqu'après un certain nombre de coups de piston, l'eau est enfin parvenue dans le corps de pompe, elle est refoulée dans le tuyau montant S. PLAN. 2.

877. La cinquiéme figure est encore une pompe aspirante & refoulante, exécutée en Angleterre sur le bord de la Tamise à *York-buildings*, à la fameuse machine qui éleve l'eau par le moyen du feu. Le tuyau d'aspiration AB est uni au corps de pompe CDEF, comme à l'ordinaire; ayant une soupape M à l'endroit de jonction. Le tuyau montant FGKL est aussi accompagné d'une soupape N, pour fermer la sortie IH de la partie coudée GI. Jusques là cette pompe ressemble assez à celle qui est exprimée par la sixiéme figure de la Planche deuxiéme, mais le reste en est tout différent; le piston OPQ est un cylindre creux de cuivre qu'on remplit de plomb, pour lui donner un poids capable de refouler l'eau qui doit passer dans le tuyau montant; & comme la hauteur de cette eau pourroit être telle que le poids du piston ne suffiroit pas, on le surcharge avec des tables de plomb marquées T, qu'on *Description d'une Pompe exécutée en Angleterre, à la Machine qui éleve l'eau par le moyen du feu.* FIG. 15.

enfile dans la verge V, en auffi grand nombre qu'il eft néceffaire; c'eft pourquoi la tête du pifton qui n'entre point dans le corps de pompe, a une figure quarrée d'une capacité fuffifante pour fervir de bafe au poids T.

*Détail du pifton de cette Pompe.*

878. Pour éviter le frottement du pifton contre la furface intérieure du corps de pompe qui feroit confidérable, s'il avoit lieu fur toute fon étendue, on a donné au diametre du pifton deux ou trois lignes de moins qu'à celui du corps de pompe, afin de laiffer un intervalle entre deux. Cependant pour empêcher la communication de l'air exterieur qui feroit un obftacle à l'afpiration, & qu'en refoulant, l'eau ne forte par l'entrée CD du corps de pompe, l'on a difpofé cette entrée d'une maniere fort fimple & fort ingenieufe, mais qu'on ne peut bien entendre qu'avec le fecours de la figure feiziéme qui n'eft autre chofe que la partie CD mife en grand.

FIG. 16. L'entrée LL du corps de pompe eft accompagnée d'un rebord KL, qui regne tout autour, & coulés enfemble comme font les brides; fur le rebord font appliquées deux ou trois rondelles de cuir EFG, repliées autour de la furface interieure du corps de pompe; enfuite eft un anneau de cuivre dont le diametre du petit cercle tient un milieu entre celui du pifton, & celui du corps de pompe; là-deffus font pofées d'autres rondelles de cuir ABZ, repliées comme les précedentes, mais d'un fens oppofé, le tout recouvert d'un fecond anneau de cuivre HH, dont le petit diametre I, I, eft égal à celui du corps de pompe; cet anneau eft lié avec le rebord KL, par des vis CD, ajuftées dans leurs écroües.

FIG. 15. & 16. Ainfi l'anneau du milieu fert de guide au pifton qui ne touche qu'au cuir ZG, avec lequel il eft intimement uni; car comme il y a toujours de l'eau dans la cuvette XY, le cuir fe maintient renflé, cette eau ne pouvant s'écouler, empêche que l'air exterieur, ne puiffe s'introduire dans le corps de pompe, & cela de la maniere du monde la plus commode; puifqu'on peut quand il eft néceffaire renouveller les cuirs, & maintenir la pompe en bon état, fans être obligé de démonter aucune de ces parties.

Pour que l'eau de la pompe même puiffe entretenir la cuvette pleine, on a ajouté un petit robinet R, qui a communication avec le corps de pompe, & qui eft fermé par une clef S, comme aux fontaines ordinaires. Quand le pifton refoule à caufe du jeu qu'on lui a donné, l'eau monte dans le robinet, & quand on veut qu'elle fe rende dans la cuvette, on ne fait que tourner la clef S; & comme la violence avec laquelle elle eft pouffée par l'effort du pifton, la feroit jaillir avec impetuofité, on lui a oppofé une plaque de

cuivre Z, portée par quatre branches, liées ensemble comme la figure le montre. Ce robinet sert encore au commencement de l'aspiration, pour chasser l'air de la pompe plus promptement que s'il étoit obligé de sortir par le seul tuyau montant; on ouvre & ferme la clef S, alternativement quand le piston monte & descend, comme à la machine du vuide.

879. Dans tous les desseins de pompe qu'on vient de décrire, on a dû s'appercevoir que l'eau ne passoit dans le tuyau montant que par intervalle, c'est-à-dire quand le piston refouloit, & que le tems de l'aspiration étoit un tems perdu; c'est pourquoi aux grandes machines qui servent à élever l'eau, il y a toujours au moins deux corps de pompe séparés A & B, qui répondent au même tuyau montant C par des branches D & E qui s'y réunissent; alors tandis que le piston F aspire, l'autre G refoule, & l'eau ne cesse de monter. C'est ainsi que sont exécutées les pompes de la Samaritaine à Paris, dont le profil pris dans un autre sens est représenté par la quatorziéme figure, où l'on remarquera que les soupapes des corps de pompe sont à *coquille*, comme on en peut juger par les figures 18 & 19. Monsieur de la Hire le fils, pour ne pas multiplier les êtres, a imaginé une Pompe rapportée dans les Mémoires de l'Academie Royale des Sciences de l'année 1716, avec laquelle l'eau monte continuellement, quoiqu'elle n'aye qu'un seul corps de pompe; mais comme elle m'a paru fort composée & sujette à plusieurs inconveniens, je n'en fais point la description, aimant mieux celle qui suit, dont l'objet est le même.

*Description des Pompes de la Samaritaine à Paris.*

PLAN. 2. FIG. 17.

880. La figure vingtiéme montre que cette Pompe est composée d'un tuyau CAB, partagé en deux parties égales AB & AC, formant deux corps de pompe opposés qui aboutissent à une même branche QDR, à laquelle ils communiquent pat deux trous G & H, comme on en peut juger par la figure vingt-troisiéme, qui représente ces deux trous vûs en face, étant un profil pris entre BC & QD, par lequel l'on voit qu'à ce bout cette branche est elliptique, de même que les deux trous G & H, qui s'ouvrent & se ferment alternativement par une seule soupape qui leur est commune. Pour la bien entendre, il faut s'imaginer un soufflet ouvert dont on auroit supprimé le canon & les deux poignées, & dont les aîles seroient elliptiques, formant ensemble un angle de 60 degrés, comme les figures 21 & 24 le représentent, faisant voir cette soupape de deux sens différens, l'un en face, & l'autre de côté. La vingt-deuxiéme est un profil coupé dans le milieu de la vingt-uniéme; cette soupape est toute de cuivre, on la fait massive ou creuse

*Description d'une Pompe qui fait monter l'eau sans interruption.*

PLAN. 2.

ſelon ſa grandeur, puiſqu'il eſt ſeulement queſtion de la rendre ſolide: on voit dans la figure vingtiéme qu'elle joue à l'aide d'une charniere placée à l'endroit E, entre les deux trous G & H, où eſt ſon centre de mouvement; & ſi l'on prend garde aux lettres ſemblables qui répondent aux parties relatives des figures 20, 21, 22, 23 & 24, on n'aura point de difficulté à comprendre ce que j'ai voulu inſinuer.

Le chaſſis ZY porte deux piſtons qui agiſſent d'un ſens oppoſé; car ſi l'on conçoit la machine plongée dans l'eau juſqu'à la hauteur TV qui en exprime le niveau, l'on verra que quand le chaſſis monte, la ſoupape N du piſton M s'ouvre, que l'eau entre dans le premier corps de pompe AB; que celle qui ſe trouve renfermée dans le ſecond A C, étant refoulée par le piſton X, paſſe par le trou H dans le tuyau montant, ſoutient la ſoupape F dans la ſituation où elle eſt préſentement, & tandis qu'elle gliſſe le long de la face EK, l'autre EI s'appuye contre l'orifice du trou G, qu'elle maintient fermé; mais auſſi-tôt que le chaſſis deſcend, la ſoupape N ſe referme, l'autre L s'ouvre, & celle du milieu change de ſituation; l'eau qui ſe trouve dans le corps de pompe AB, paſſe par le trou G, pour être refoulée à ſon tour dans le tuyau montant, alors le trou H eſt fermé par la face EK. D'un autre côté il entre dans le corps de pompe AC de la nouvelle eau qui vient occuper le vuide laiſſé par le piſton, pour être refoulée à ſon tour comme auparavant; ainſi on voit qu'elle paſſe alternativement par les trous G & H, & monte ſans interruption au reſervoir: comme elle paſſe ſans ceſſe par le trou P, il ſemble que la ſoupape O eſt aſſez inutile; mais n'incommodant point, il n'y a pas d'inconvénient qu'elle y ſoit, parce que ſi le jeu d'un des piſtons venoit à être interrompu, l'autre feroit toujours monter l'eau comme aux pompes refoulantes ordinaires.

PLAN. 2. FIG. 25.

Ayant deſſein de donner une idée des différentes pompes qu'on peut mettre en uſage, en voici encore une que j'ai ajuſté à mon gré, qui fait monter l'eau ſans interruption comme la précedente, mais d'une maniere plus ſimple.

*Deſcription d'une Pompe qui joue à l'aide de la condenſation de l'air.*

881. Le corps de pompe DB eſt uni à un récipient de cuivre XYZ, de figure cylindrique, couvert d'une calotte Y en forme de demi-ſphere: ces deux pieces ſe communiquent par un trou G, qui s'ouvre & ſe ferme à l'aide de la ſoupape H, faite de cuivre en maniere de clapet: le tuyau d'aſpiration AD répond au corps de Pompe, & le tuyau montant ZW au récipient; l'un & l'autre accompagné de leurs ſoupapes F & V, comme à l'ordinaire. Le piſton

piston C qu'on suppose massif, joue à l'aide d'un chassis qui en soutient la tige que l'on n'a point fait voir, crainte d'embrouiller la figure; à cela près, voici de quoi il est question.

Quant après plusieurs coups de piston, l'eau est parvenue dans le tuyau d'aspiration au-dessus de la soupape F; elle passe de là dans le corps de pompe pour être refoulée de bas en haut, & lorsque cela arrive pour la premiere fois, elle va se rendre dans le récipient & dans la branche IT, au-dessus du trou I, à une hauteur ET, à peu près au même niveau; alors l'air renfermé dans l'espace 2, 3 & 4, ne peut s'échapper par aucun endroit; le piston continuant d'aspirer & de refouler de nouvelle eau, une partie passe dans le tuyau montant, & l'autre reste dans le récipient; ce qui augmente le ressort de l'air de plus en plus, à mesure qu'il se trouve réduit dans un moindre espace; (811) car il est bon de remarquer que le trou G par où l'eau entre, étant plus grand que l'autre I par où elle sort, le piston en refoule toujours plus qu'il n'en peut passer dans le même tems par le tuyau montant. Comme la soupape H se referme à chaque fois que le piston descend, quand l'air du récipient a acquis une force de ressort, au-dessus de celle qui le mettroit en équilibre avec un poids égal à celui d'une colonne d'eau qui auroit pour base le cercle du récipient, & pour hauteur celle du tuyau montant, l'air fait effort sur la surface de l'eau, & l'oblige à descendre du niveau 5, 6, au niveau 7, 8, en la refoulant dans le reservoir, & le diametre du récipient étant beaucoup plus grand que celui du tuyau montant, il suffit que la surface de l'eau descende de quelques pouces, pour en fournir autant qu'il en peut passer au reservoir dans le tems de l'aspiration; ainsi elle montera sans interruption, puisqu'il suffit que le piston à chaque fois qu'il refoule, chasse deux fois autant d'eau qu'il en peut passer dans le même tems par le trou I.

Pour que l'air se maintienne toujours à peu près au degré de condensation le plus convenable, & qu'il n'acquierre pas plus de force de ressort qu'il n'en faut, il est à propos que le récipient réponde à un petit tuyau fermé par une soupape, qui étant chargée d'un poids proportionné à la force de ressort que l'air doit avoir, maintienne l'équilibre.

882. Il y a plusieurs remarques à faire sur les proprietés des différentes especes de Pompes dont on vient de parler; sçavoir, que les cuirs des pistons & des soupapes ne font leurs effets que très-imparfaitement, lorsqu'ils viennent à se sécher dans les grandes chaleurs, ou quand les Pompes ne jouent pas continuellement, *Reflexions sur les avantages & les defauts des pompes précédentes.*

ce qui oblige de verser de l'eau dessus par le haut de la pompe pour les humecter, particulierement aux Pompes aspirantes, exprimées par la premiere figure. Les Pompes aspirantes & refoulantes ne sont pas non plus tout-à-fait exemptes de cet inconvénient, à moins qu'elles ne soient plongées dans l'eau, comme celles des figures cinquiéme & quatorziéme ; mais c'est une grande sujettion que de les disposer ainsi, par la difficulté de les retirer toutes les fois qu'il y faut travailler, soit pour renouveller les cuirs, ou nettoyer les soupapes & les pistons, qui à la longue se chargent de vase.

PLAN. 1. & 2.

D'un autre côté les aspirations ont presque toujours quelqu'imperfection, à-cause du racordement des tuyaux qu'on ne joint jamais assez bien pour que l'air ne puisse s'y insinuer tant soit peu ; de même, quand le cuir du piston n'est pas assez humecté, il cesse d'adherer à la surface interieure du corps de pompe, & l'air s'introduisant dans l'espace vuide fait cesser l'aspiration, surtout quand elle est grande ; c'est pourquoi il faut bien prendre garde de la faire la plus petite qu'il est possible ; c'est-à-dire, d'élever le moins que l'on pourra le corps de pompe au-dessus de la surface de l'eau qu'on veut puiser, sans avoir égard à tout le poids de l'atmosphere, qui ne peut avoir lieu qu'avec des conditions qui se rencontrent rarement, & dont nous ferons mention par la suite ; il nous suffira de dire présentement, que plus l'aspiration est petite, & plus l'eau monte avec vitesse, & maintient les cuirs humectés.

Pour avoir la facilité de reparer une pompe refoulante plongée dans une riviere, on place dans le fond une bache, de maniere que ses bords surmontent la surface de l'eau, & on la vuide quand on veut visiter la pompe ; mais dans le tems des grandes eaux, pouvant être submergée, on tombe encore dans le même inconvenient.

*De toutes les Pompes qu'on vient de décrire, les plus parfaites sont celles du Pont Notre-Dame.*

883. Le moyen le plus sûr & le plus commode pour élever l'eau à une hauteur considérable, c'est de farie ces sortes de pompes dans le goût de la figure huitiéme ; on a la liberté de rendre l'aspiration aussi petite que l'on veut, puisqu'il suffit que le fond de la bache GH soit élevé de quelques pieds, au-dessus de la surface des plus grandes eaux : celle qui y monte entretient toujours les cuirs humectés, & quand on a quelques réparations à faire, on met les pompes à découvert pour les démonter sans toucher au tuyau d'aspiration : aussi cette pompe me paroît-elle préferable à toutes les autres, sur tout quand il y aura, comme à la machine

PLAN. 1. FIG. 8.

du Pont Notre-Dame à Paris, plusieurs équipages qui font monter l'eau sans interruption; car il faut faire attention que telle pompe qui pourroit être à la bienséance d'un particulier, ne conviendra peut-être point pour donner de l'eau à une Ville, chacune de celles que je rapporte ici peut avoir son mérite; mais il faut sçavoir en faire un bon choix, selon les lieux & les circonstances. Par exemple, si l'on avoit un bassin qui reçût l'eau d'une source ou d'une riviere par le moyen d'une saignée, dont le cours pourroit être interrompu par une écluse, & qu'on eut de la pente pour mettre le bassin à sec toutes les fois qu'on le jugera nécessaire, on pourra se servir de la pompe exprimée par la cinquiéme figure, préferablement à celle dont je viens de parler, étant plus simple, par conséquent d'une moindre dépense, eu égard à l'exécution & à l'entretien; car plus une Machine est composée, & plus il y a de pieces sujettes à se déranger.

Quant aux pompes des figures sixiéme & septiéme, j'aimerois mieux la seconde que la premiere, étant bien plus commode de faire refouler un piston de bas en haut, que de haut en bas; d'ailleurs les barres de fer qu'on employe pour cela ont beaucoup plus de force lorsqu'elles sont tirées selon leurs longueurs, que quand elles soutiennent un effort qui tend à les faire plier; le poids du chassis dans la septiéme figure suffit pour faire descendre le piston, & surmonter la colonne d'eau qui lui est opposée; il se maintient perpendiculairement dans le corps de Pompe, & il est aisé de l'assujettir à cette situation, en mettant une portion de cercle à l'extrêmité du balancier qui porte le chassis, au lieu que quand il refoule de haut en bas, la tige fléchit, écarte le piston, & cause un grand frottement qui use les cuirs en très-peu de tems.

*Il ne faut pas qu'un piston en refoulant bouche l'entrée du tuyau montant.*

884. Il faut prendre garde de regler si bien la levée du piston dans les Pompes dont nous parlons, qu'il ne bouche jamais tout-à-fait en refoulant l'entrée H du tuyau montant, ou d'aspiration, principalement à la septiéme figure, parce qu'il pourroit arriver que le piston se trouvant tout près de la soupape F, lorsqu'il n'y auroit plus d'air entre-deux, il auroit à surmonter en descendant tout le poids de l'atmosphere, qui causeroit une résistance égale à la pesanteur d'une colonne d'eau, qui auroit pour base le cercle du piston, & pour hauteur environ 32 pieds; de sorte que si le diametre du piston étoit de 6 pouces, son cercle seroit repoussé de bas en haut par un effort de 440 ℔, qui se trouvant au-dessus du poids du chassis, ne manqueroit pas de le soutenir en l'air sans pouvoir descendre. PLAN. 1.

De-là vient qu'il arrive quelquefois, qu'une Pompe cesse tout-à-coup d'agir sans qu'on en puisse deviner la cause, qui n'est sensible qu'à l'esprit de ceux à qui rien n'échappe ; mais pour ceux qui n'y entendent pas finesse, ils la cherchent en vain, & croyent que cela vient de quelques défauts de la part des soupapes ou du piston : on démonte la Machine plusieurs fois, on n'y voit que ce que l'on avoit déja vû, sans sçavoir à quoi s'en prendre.

*La puissance qui fait agir une Pompe aspirante & refoulante, n'est pas uniforme.*

885. Aux Pompes aspirantes & refoulantes, il arrive ordinairement que la puissance qui leur donne le mouvement, n'agit pas d'une maniere uniforme, lorsqu'il n'y a qu'un seul équipage ; car l'aspiration se fait sans qu'elle y ait aucune part, le seul poids du chassis qui porte le piston suffisant pour le faire descendre. Il n'y a donc que lorsqu'il refoule qu'elle fait effort, à moins qu'il n'y ait deux équipages comme en la figure dix-septiéme ; moyennant une double manivelle, la puissance agit toujours également, puisque tandis que l'aspiration se fait d'une part, elle refoule de l'autre; sur quoi il est à remarquer, que si l'on a un seul équipage qui fasse monter l'eau sans interruption, comme dans la figure vingtiéme, toutes choses d'ailleurs étant égales, il faut surmonter une puissance double de celle qu'il faudroit, si les pistons M & X agissoient dans deux corps de pompes separés, comme en la dix-septiéme figure. Car pour que le piston M puisse refouler l'eau de son corps de pompe, il faut que le chassis ZY soit accompagné d'un poids au-dessus de la pesanteur d'une colonne d'eau, qui auroit pour base le cercle du piston, & pour hauteur celle du reservoir au-dessus du trou G. Mais quand la puissance fera remonter le chassis, il lui faudra une force capable de surmonter, non-seulement la colonne d'eau que refoule le piston X, mais encore le poids dont le chassis sera chargé; ce qui fait voir que cette pompe n'est pas aussi avantageuse qu'elle a pû le paroître lorsque nous en avons fait la description ; car on peut avoir le courant d'une riviere, ou tout autre moteur capable de faire agir deux pompes separées, qui refouleroient l'eau alternativement, mais qui ne suffiroient point pour faire par intervalle un effort double de celui dont il seroit capable continuellement. Après tout, supposons que le moteur suffise, ne vaut-il pas mieux n'avoir qu'un seul corps de pompe simple, comme en la figure cinquiéme ou septiéme, dont la superficie du cercle du piston seroit double de la superficie de celui des pistons M ou X, que d'en avoir un plus composé qui ne produiroit pas plus d'eau à la suite du tems, pourvû qu'il monte par heure au reservoir, autant d'eau que le moteur peut en fournir,

PLAN. 2.

qu'importe que ce soit par intervalle, ou par un jet continuel. Si M. de la Hire y avoit pris garde, il auroit peut-être fait moins d'estime de la pompe que j'ai cité, puisqu'elle se rencontre précisément dans le cas de celle dont je parle. PLAN. 2.

886. On peut dire la même chose de la pompe exprimée par la vingt-cinquiéme figure; car quoiqu'elle soit en partie de mon invention, je ne prétends pas l'épargner plus que les autres. Pour que l'eau passe continuellement au reservoir, il faut que le piston en montant refoule deux fois autant d'eau qu'il en peut passer dans le même tems par le trou I, afin que celle qui reste dans le récipient puisse monter à son tour pendant l'aspiration; & pour cela le cercle du piston doit avoir une superficie double de celle du trou I; d'où il suit que la puissance soutient chaque fois que le piston monte, le poids d'une colonne d'eau qui auroit pour base le cercle du piston, & pour hauteur celle du reservoir, au-dessus du même piston. Or si le diametre du tuyau montant étoit égal à celui du piston, l'eau monteroit tout d'une traite au reservoir, par intervalle, à la vérité, comme dans la septiéme figure; mais l'on aura toujours par heure la même quantité d'eau. Ainsi les pompes vingt & vingt-cinquiéme ne méritent nulle préference sur la septiéme, aussi ne les ai-je rapporté que pour faire voir, que quand on n'examine point les choses de près, il est aisé de se laisser éblouir par des avantages apparents; & voilà le cas où tombent presque tous les Machinistes, ils saisissent avec joye une idée ingénieuse qui se présente, & qui donne à la chose dont il s'agit un air de nouveauté; aussi-tôt ils publient la merveille prétendue, & la multitude y applaudit. Cependant tout bien consideré, il arrive souvent que la découverte n'aboutit qu'à rendre une Machine plus composée qu'elle n'étoit, sans être capable d'un plus grand effet; car enfin il faut se mettre dans l'esprit que les loix de la Méchanique ont des bornes que l'on ne peut surpasser; que si l'on gagne d'un côté, on perd nécessairement de l'autre. La plûpart faute d'être convaincus de cette vérité, ont négligé de rectifier un grand nombre de Machines utiles, pour ne penser qu'à en produire de nouvelles: cependant j'ose dire qu'il reste encore bien des choses à défricher; & sans sortir du sujet que je traite; l'on va voir qu'il y a plusieurs points essentiels, qui semblent être échappés à ceux qui ont travaillé sur les pompes.

*Défaut des Pompes refoulantes, qui font monter l'eau sans interruption.*

Rien ne doit se faire au hazard dans la construction des Machines, tout y doit être assujetti à un enchaînement de proportions, qui doivent dépendre d'une suite de principes; & souvent

ces principes dépendent eux-mêmes du point principal d'où l'on est parti. Par exemple voulant déterminer les rapports que les dimensions d'une pompe aspirante & refoulante doivent avoir entr'elles, afin de rendre cette Machine la plus parfaite qu'il est possible; je considere d'abord que ces sortes de pompes agissent par le moyen de la pesanteur de l'air, qui est équivalente au poids d'une colonne de mercure de 28 pouces; mais comme l'air n'est pas toujours dans le même état, & qu'il pese dans un tems plus ou moins que dans un autre, il convient de ne compter que sur l'impression dont il est capable, lorsqu'il est le plus leger; & l'experience faisant voir que le mercure du Barometre simple ne descend jamais plus de 15 ou 16 lignes au-dessous de la hauteur de 28 pouces; je ne regarde le poids de l'air que comme équivalent à une colonne de mercure de 26 pouces 8 lignes, ou à une colonne d'eau de 31 pieds; ainsi sans nous embarrasser de la variation de l'air, nous prendrons pour maxime que son poids est égal à une colonne d'eau de 31 pieds de hauteur; & voilà le point fixe qu'il ne faut pas perdre de vûe.

*La perfection des Pompes en général dépend de six choses principales.*

887. La perfection qu'on peut donner aux pompes dépend.

1°. Du diametre du piston relativement à la force de la puissance motrice qui doit lui donner le mouvement.

2°. Du diametre du tuyau d'aspiration qui doit être assujettit à celui du corps de pompe, à la vitesse du piston, & à la hauteur où il faudra faire monter l'eau par aspiration.

3°. De la plus grande hauteur où l'on peut élever l'eau par aspiration relativement au poids de l'atmosphere, au jeu du piston, & à la disposition interieure du corps de pompe, afin que l'eau parvienne jusqu'au piston, & qu'elle ne rencontre point d'arrêt en chemin.

4°. De l'épaisseur qu'il faudra donner au corps de pompe & au tuyau montant, pour être capable de soutenir l'effort qui tend à les crever.

5°. De la construction la plus avantageuse des pistons, afin que leur surface ait une parfaite adhésion à celle du corps de pompe, & que jamais l'air ni l'eau ne puisse passer entre-deux.

6°. Du choix des soupapes, selon les endroits où il faudra les placer, afin que l'eau passe partout librement, sans être forcée à couler plus vîte dans un endroit que dans l'autre.

*A quoi se réduit l'effort d'une puissance*

888. Voilà six sujets qui demandent d'être examinés avec beaucoup de soin, & c'est ce que nous allons tâcher de faire dans l'ordre qu'on vient de les rapporter; car ce que nous avons dit jus-

qu'ici sur les pompes, ne sont que des descriptions pour en faire connoître les différentes especes, & ce seroit négliger l'essentiel que de nous en tenir là; mais avant que d'entrer en matiere, il est à propos d'être prevenu, que quelque grosseur que soit le tuyau montant, la puissance qui refoule est toujours chargée dans l'état d'équilibre, d'un poids égal à celui d'une colonne d'eau, qui auroit pour base le cercle du piston, & pour hauteur celle du reservoir au-dessus de la tête du même piston, soit que l'eau monte perpendiculairement, ou le long d'un plan incliné, parce que la colonne d'eau à laquelle le cercle du piston sert de base, ne pese pas selon son volume, mais bien selon sa hauteur perpendiculaire. (360)

*qui refoule l'eau dans un reservoir.*

889. Comme nous n'avons rien dit jusques ici de la maniere de calculer l'effort de la puissance qui meut le piston dans le tems de l'aspiration, je vais faire voir à quoi elle se réduit, afin qu'on n'ait point de difficulté à comprendre quelques endroits de la suite de ce Chapitre.

*De quelle maniere on doit calculer l'effort d'une puissance qui aspire l'eau dans un corps de Pompe.*

Considerez les deux tuyaux NABO, & PS, l'un plus gros que l'autre unis ensemble au fond NO, lequel est percé d'un trou P. Pour mieux insinuer ce que j'ai à dire, nous supposerons que le tuyau PS répond à un autre HT, par la communication ST, comme si le tout formoit une espece de siphon BSTH; j'ajouterai qu'au fond du tuyau NABO, il y a un piston M, soutenu par une puissance X, & que l'on suppose que la ligne DK est égale à la hauteur de la branche HT; ainsi retranchant de part & d'autre, les parties égales GK, HL, il restera DG, égale à KR ou à LT.

PLAN. 3. FIG. 8.

Cela posé, si l'on verse de l'eau dans le tuyau NB, jusqu'à la hauteur CD, & que la pesanteur du piston M soit égale au volume d'eau dont il occupe la place, la puissance X soutiendra alors le poids d'une colonne d'eau, qui a pour base le cercle IK du piston, & pour hauteur DK; (344) d'un autre côté, si l'on remplit d'eau le siphon PSTH, le piston sera poussé de bas en haut par l'action du poids de la colonne HL seulement, qui fera le même effet que si le tuyau PS étoit aussi gros que QNOR; (346, 347) car pour l'eau qui est au-dessous de la ligne IK, elle est en équilibre avec elle-même; (329) c'est pourquoi le piston ne sera plus poussé de haut en bas que par le poids de la colonne FCDG, différence de DK à HL.

Si la puissance X vouloit attirer le piston pour le faire monter, & que le tuyau HT fut continuellement entretenu plein d'eau, il est constant que cette puissance aura besoin à chaque instant d'un

nouvel accroiſſement de force, à meſure que la ligne IL approchera de FH, parce que la hauteur de la colonne HL, qui pouſſe le piſton de bas en haut, diminuera ſelon que le piſton montera, au lieu que celle qui le preſſe de haut en bas demeurera toujours la même; ainſi quand le piſton ſera parvenu au point E, c'eſt-à-dire, que quand la ligne IK prendra la place de FG, la puiſſance X portera tout le poids de la colonne ICDK, qui par ſa nouvelle ſituation ſera devenue FABG.

Il eſt aiſé d'appliquer ce qui précede aux Pompes aſpirantes; car faiſant abſtraction de la communication ST, pour ne conſiderer que le tuyau PV, dont le bout SV trempe dans l'eau, repréſentée par la ligne QY, l'on pourra prendre HT pour une colonne d'eau de 31 pieds de hauteur, équivalente au poids de l'atmoſphere (790) qui preſſe la ſurface QY, autour du tuyau d'aſpiration PV, & ſoutient celle qui ſeroit élevée dans le même tuyau, laquelle étant en équilibre avec la partie LT, de la colonne HT, l'autre partie HL exprimera ce qui reſte du poids de l'atmoſphere pour pouſſer le piſton de bas en haut, lequel étant auſſi preſſé de haut en bas par le poids de tout l'atmoſphere, équivalent à celui de la colonne d'eau ICDK, dont la hauteur DK eſt encore de 31 pieds; il ſuit que retranchant la hauteur HL ou GK de DK, il reſtera la colonne FCDG, ou ſon égale QIKR, pour exprimer la partie du poids de l'atmoſphere qui preſſe abſolument ſur le piſton, par conſéquent la force de la puiſſance X.

Si l'on vouloit que la puiſſance X fit monter le piſton de K en G, d'un mouvement uniforme, il eſt conſtant que la force que nous venons de lui attribuer ne ſuffiroit pas, parce qu'à meſure que le piſton montera, il ſera chargé d'un plus grand poids, qui approchera toujours de plus en plus d'égaler la totalité de celui de l'atmoſphere; ainſi il faudra que la puiſſance acquierre à chaque inſtant de nouveaux accroiſſemens de force, ſelon l'ordre des termes d'une progreſſion arithmétique, pour ſupléer à l'action de la partie du poids de l'atmoſphere, exprimé par la colonne HL qui pouſſoit le piſton de bas en haut, & qui ira toujours en diminuant, & ſe terminera à zero, au moment que la baſe IK ſera parvenue à la hauteur FG, c'eſt-à-dire à 31 pieds au-deſſus de la ſurface QY; alors la colonne qui preſſe de haut en bas, ſera égale au poids de l'atmoſphere.

*Remarque eſſentielle pour calculer l'effort*

890. Il ſuit de-là, 1°. que la force de la puiſſance qui aſpire l'eau dans une pompe, doit être au moins égale au poids de la colonne d'eau qui auroit pour baſe le cercle du piſton, & pour hauteur la diſtance

distance de la source au piston, lorsqu'il est parvenu dans sa plus haute élevation ; à quoi il faut ajouter le poids de l'eau dont le piston est surmonté, lorsqu'il s'éleve au-dessus du terme de l'aspiration pour la dégorger dans une cuvette ou reservoir.

*d'une puissance qui fait agir des Pompes.*

2°. Que la grosseur d'un tuyau d'aspiration est indifférente à la puissance qui éleve le piston, puisqu'elle soutiendra toujours le même poids. (360)

3°. Que la hauteur où l'on veut élever l'eau, étant déterminée au-dessous de 31 pieds, il n'y a pas plus d'avantage de la faire monter par aspiration de S en IK ; que si le piston la puisoit, dans la source même, & qu'il fut réellement chargé d'une colonne d'eau égale à IQRK, dans le cas où le corps de pompe NFGO, seroit d'une grosseur uniforme sur toute la hauteur, c'est-à-dire, qu'il devint semblable au tuyau FQRG. Voilà l'explication que j'ai promis de donner de la pompe, dont il a été fait mention sur la fin du premier Volume, articles 757, 758.

## *Sur les Diametres des Corps de Pompe, ou des Pistons.*

Quand on veut déterminer les dimensions d'une pompe, il faut avant toutes choses connoître ; 1°. La quantité de mouvement qu'aura la force motrice qui la doit faire agir. 2°. La hauteur à laquelle il faudra élever l'eau au-dessus de la source, soit en aspirant ou en refoulant, ou des deux manieres ensemble ; car c'est de-là que doit dépendre la grosseur du corps de pompe, ou le diametre du piston, qui est la premiere dimension qu'il faut déterminer pour être en état de regler les autres.

891. Selon le principe général de la Mécanique, l'on sçait que le produit de la puissance motrice par sa vitesse, est toujours égal au produit du poids par sa vitesse ; (85, 89) & comme il sera aisé de connoître la valeur du poids que la puissance peut élever, de quelque maniere que la Machine soit construite, nous n'aurons ici égard qu'à ce poids, sans nous mettre en peine de sa vitesse ; ainsi nous supposerons d'abord qu'il est question d'une pompe aspirante, comme celle de la premiere figure de la Planche premiere, qui doit servir à élever l'eau à 26 pieds de hauteur pour la décharger dans une cuvette ; & que la colonne d'eau que la puissance peut soutenir, indépendamment de la charge du piston & des ferrures qui l'accompagnent, est équivalente à un poids de 360 ℔ ; il s'agit de sçavoir quel doit être le diametre de la base de cette colonne, puisqu'il sera le même que celui du piston, ou du corps de pompe, par l'article 360.

*Le diametre d'un piston doit être proportionné à la puissance qui fait agir la Pompe.*

PLAN. 1. FIG. 1.

Le pied cylindrique pesant 55 ℔, (341) si on le multiplie par 26, on aura 1430 ℔ pour le poids d'une colonne d'eau, qui auroit pour base un cercle de 12 pouces de diametre, & 26 pieds de hauteur; mais comme celle dont il s'agit ne doit peser que 360 ℔, l'on dira : si une colonne de 1430 ℔ donne 144 pouces, pour le quarré du diametre de sa base, que donnera une colonne de 360 ℔ de même hauteur pour le quarré du diametre de la sienne? On trouvera environ 36 pouces, dont la racine donne 6 pouces pour le diametre de la pompe.

*Attention qu'il faut avoir quand une puissance fait agir à la fois plusieurs Pompes aspirantes.*

892. Si la puissance motrice devoit faire agir en même tems deux pompes aspirantes, & que les pistons n'élevassent l'eau qu'alternativement, afin que la puissance travaille sans interruption, & non par intervalle, il ne faudroit compter que sur le poids de la colonne d'eau, dont un des pistons doit être chargé, ce qui tombe dans le cas précedent. Mais au lieu de deux pompes aspirantes, si la puissance en faisoit mouvoir 4 ou 6 à la fois, & qu'il n'y eut que la moitié du nombre des pistons qui fit monter l'eau, tandis que l'autre moitié ne seroit chargée d'aucun poids étranger : il faudroit diviser le poids que la puissance est capable d'élever par la moitié du nombre des pistons, & le quotient donnera le poids de la colonne d'eau que chacun d'eux doit soutenir, dont on cherchera le diametre de la base, relativement à la hauteur de la même colonne, pour avoir celui de tous les corps de pompe que nous supposons uniformes.

Si l'on avoit une ou plusieurs pompes refoulantes, comme celle qui est représentée par la cinquiéme figure, l'on trouvera de même le diametre dont il s'agit, relativement au poids que la puissance motrice peut soutenir, & à la hauteur de la colonne, ou du reservoir au-dessus de la surface de l'eau qu'on veut puiser. (890)

PLAN. I.

*Observation sur le diametre qu'il faut donner aux pompes qui aspirent & refoulent alternativement.*

893. Mais si la pompe étoit aspirante & refoulante, comme celles des figures 6^e^, 7^e^ & 8^e^, dont le reservoir fut plus élevé au-dessus du piston lorsqu'il est parvenu en son plus bas, que ce même piston n'est élevé au-dessus de la source lorsqu'il aspire; la puissance faisant alors deux efforts séparés, l'un pour aspirer (890) & l'autre pour refouler, il faudra regler le diametre du corps de pompe (891) sur le poids de la plus haute des deux colonnes, c'est-à-dire sur le poids de l'eau qui doit passer dans le tuyau montant.

PLAN. I.

*A quoi il faut avoir égard quand la puissance*

894. Enfin, si la puissance aspiroit d'une part, & refouloit en même tems de l'autre, comme cela arrive assez souvent, il faudroit en ce cas déterminer le diametre du corps de pompe du piston qui refoule, sur le poids de la colonne d'eau qui auroit pour

hauteur l'élevation du reservoir au-dessus de la source ; parce que dans ce cas, la puissance soutient ensemble le poids de la colonne qui est refoulée, & celui de la colonne que le piston aspire ; (890) c'est à quoi il faut bien prendre garde, de même qu'au nombre des pistons qui agiront de la sorte, pour partager le poids que la puissance peut élever dans le nombre des colonnes d'eau, qui seront effectivement élevées dans le même tems, afin d'en déterminer au juste le diametre, pour ne point tomber dans quelque erreur grossiere, en faisant les corps de Pompe trop gros ou trop petits, comme je pourrois en citer des exemples. *aspire & refoule en même tems.*

895. Quand les Pompes sont en nombre impair, la puissance n'agissant pas uniformement, il est à propos de faire remarquer ce qui arrive dans ce cas, afin que l'on sçache à quoi il faut avoir égard, pour déterminer le diametre des corps de pompe. Supposons donc que l'on aye trois pistons suspendus à une manivelle à tiers point (112) pour faire monter l'eau continuellement, & que le premier piston, dans le tems que la machine joue, soit parvenu au sommet de sa levée, le second sera en chemin de descendre, & le troisiéme en chemin de monter ; ensuite le premier descendra avec le second, & le troisiéme montera seul immédiatement après, le second & le troisiéme monteront ensemble, & le premier descendra seul ; le troisiéme étant parvenu au sommet de sa levée, ne tardera pas de descendre avec le premier, & il n'y aura plus que le second qui montera seul, qui étant suivi par le premier, ils monteront tous deux ensemble, & il n'y aura plus que le troisiéme qui descendra seul ; par conséquent il y a alternativement deux pistons qui montent & un qui descend, & puis deux qui descendent & un qui monte. Or, soit que la puissance agisse pour faire descendre les pistons, ce qui arrive lorsqu'ils refoulent de haut en bas, ou qu'elle agisse quand les pistons remontent pour refouler de bas en haut ; cette puissance soutiendra par intervalle deux colonnes d'eau au lieu d'une ; mais aussi le bras de levier qui répond à ces colonnes n'étant plus que la moitié du coude de la manivelle, tandis que celui de la puissance demeure le même, il suit que ces colonnes font le même effet que s'il n'y en avoit qu'une qui eut pour bras de levier le coude entier, qui est le cas de la plus grande résistance, (113) tandis que la moyenne n'en est que les quinze-seiziémes ; (114) c'est pourquoi il faut supposer que la puissance ne doit mouvoir qu'un seul piston, & faire le cercle de chacun des trois corps de pompe égal aux quinze-seiziémes de celui que la puissance pourroit élever, afin de se conformer à l'article 114. *A quoi il faut avoir égard, quand la puissance fait agir des Pompes qui sont en nombre impair.*

*La hauteur des corps de pompes doit se régler sur la levée des pistons.*

896. Je ne dis rien de la hauteur que l'on doit donner aux corps de pompes; quoiqu'elle semble dépendre de leur diametre, cependant on ne peut pas établir un rapport entre ces deux lignes, la premiere devant être assujettie au jeu du piston, lequel dépend lui-même de la construction de la machine; mais je ferai remarquer en passant, que ce ne sont pas les pistons qui ont le plus de levée qui font monter le plus d'eau au reservoir; dès que le diametre en est une fois déterminé, leur effet dépend de la vitesse qu'on peut leur donner; alors il est indifférent qu'ils ayent trois ou six pieds de levée, pourvû qu'ils en fassent deux de trois pieds dans le même tems qu'ils en feroient une de six; puisque ce sera toujours la même vitesse, à moins qu'on ne soit contraint par des circonstances, qui ne permettent pas de balancer sur le choix. Par exemple, lorsque la hauteur du tuyau d'aspiration est déterminée, alors on n'est par le maître de faire le jeu du piston tel qu'on veut; puisque s'il y a un espace vuide dans le fond du corps de pompe, il faut qu'il regne une certaine proportion entre cet espace, le jeu du piston, la hauteur du tuyau d'aspiration, & le poids de l'atmosphere, comme nous le ferons voir en son lieu; mais quand on n'est arrêté par aucune sujettion, si l'on ne peut faire ensorte que la tige du piston se maintienne toujours perpendiculairement en montant & en descendant, il vaut mieux en conservant au piston la plus grande vitesse qu'on pourra lui donner, faire les levées d'une hauteur moyenne, parce que plus elles font hautes, & plus il y a d'obliquité dans le mouvement de la manivelle ou du balancier où est suspendue la tige; ce qui fatigue plus les pistons d'un côté que de l'autre, & empêche la puissance d'agir rondement; mais ce n'est pas ici l'endroit d'examiner cet article, nous en parlerons plus amplement ailleurs.

*Dans les pompes refoulantes, il faut que le tuyau montant soit partout d'une grosseur uniforme, & que son diametre soit au moins égal à celui du corps de pompe.*

PLAN. I.

897. Quand un corps de pompe a une branche GHLM, comme à la sixiéme figure, il faut que son diametre GH, aussi-bien que celui du tuyau montant, soit au moins égal au diametre du corps de pompe, afin que l'eau que le piston refoulera passe sans contrainte; car s'il étoit plus petit, la puissance motrice feroit obligée de faire un effort au-dessus de celui qui lui convient naturellement; & si je ne me suis pas conformé à cette maxime dans les figures des pompes que j'ai décrit ci-devant, ç'a été pour les rendre moins massives, & ne pas charger les Planches inutilement.

*Quand on a plusieurs pompes accolées, &*

898. Quand l'on a deux pompes accolées qui refoulent l'eau alternativement dans un même tuyau montant, auquel les branches ou fourches des deux pompes vont se réunir comme dans

la figure dix-septiéme ; il suffit que le diametre du tuyau montant soit le même que celui d'un des corps de pompe, que je suppose égaux, parce qu'il n'y aura jamais qu'un des pistons à la fois qui refoulera ; mais si l'on avoit trois corps de pompes dont les branches allassent se réunir à un méme tuyau montant, & qu'il y eut par intervalle deux pistons qui refoulassent l'eau dans le même tems, il faudroit pour proportionner la grosseur du tuyau montant, à la quantité d'eau qui doit y passer, que le quarré de son diametre fut double de celui du diametre du corps de pompe. Comme il paroît qu'on n'a point eu égard à cette considération, & qu'au contraire tous les Machinistes s'imaginent soulager la puissance en faisant le diametre du tuyau montant, moindre que celui du corps de pompe, je vais faire ensorte de les desabuser d'une erreur aussi grossiere.

### *Sur l'inconvénient de faire le diametre des Tuyaux montans, & celui du trou des soupapes des Pompes refoulantes, plus petit que celui des Pistons.*

899. Ayant un tuyau vertical AD toujours entretenu plein d'eau, uni à une branche horisontale CDEF, dans laquelle on a introduit un piston P, soutenu par une puissance R, il arrivera que si cette puissance que je suppose toujours la même, est inferieure à la poussée de l'eau, le piston sera chassé vers l'orifice EF, avec une certaine vitesse uniforme, *& l'action relative de l'eau que soutiendra cette puissance, sera exprimée par le quarré de la différence de la vitesse du piston à celle dont la chute BD est capable* (585) ; ainsi nommant *a*, cette chute ; *b*, celle qui répond à la vitesse du piston ; & *c*, la chute capable de la vitesse respective : l'on aura $\sqrt{a} = \sqrt{b} + \sqrt{c}$ (433). Or comme le quarré de $\sqrt{a}$, qui est *a*, exprime la force absolue, ou la hauteur de la colonne d'eau, qui donne la chasse au piston, le quarré de $\sqrt{c}$, qui est *c*, exprimera aussi la force respective, ou la hauteur d'une colonne d'eau, qui tiendroit lieu de la puissance appliquée au piston ; car pour peu qu'on y fasse attention, l'on concevra qu'il n'y a point de vitesse respective qui ne puisse être regardée comme une vitesse naturelle, qui n'a reçue aucune modification ; par conséquent point de vitesse respective, qui n'ait pû être acquise par une chute, dont la hauteur déterminera celle de la colonne d'eau, qui en exprimera la force absolue. (570)

*Maniere de calculer la force de l'action de l'eau qui coule dans un tuyau horisontal.*

PLAN. 3. FIG. 1.

Pour rendre ceci plus sensible, avec le secours des Tables du premier Volume, nous supposerons que la vitesse du piston est de 5 pieds 6 pouces par seconde, & que la chute BD est de 10 pieds,

qui se trouve relative à une vitesse de 24 pieds 6 pouces, dont la différence avec celle du piston, donne 19 pieds pour la vitesse respective ($\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{c}$); si l'on en cherche la chute ($c$), on la trouvera de 6 pieds, qui montre que la puissance R, qui soutient le piston P, avec une vitesse de 5 pieds 6 pouces par seconde, est égale au poids d'une colonne d'eau qui auroit pour base le cercle du piston, & pour hauteur 6 pieds ($c$).

FIG. 2.

*Application de l'article précédent, au calcul de la puissance qui meut le piston d'une pompe refoulante.*

900. Si l'on bouche l'orifice EF, & qu'on adapte au tuyau DF une branche verticale GIKE, dont la hauteur IG soit égale à $c$, que nous venons de trouver de 6 pieds, & que le Piston P, dont je suppose la pesanteur spécifique égale à celle de l'eau, soit placé au fond GE de la branche GK; il est constant que la remplissant d'eau, le piston P sera poussé de bas en haut par l'eau du tuyau AD, avec une vitesse uniforme, exprimée dans le premier instant par $\sqrt{b}$, qui est de 5 pieds 6 pouces par seconde; c'est pourquoi nous ne considererons plus que le Syphon BCDGFI, dont la petite branche peut être regardée comme le tuyau montant d'une pompe, & la grande comme la puissance qui en meut le piston; alors on pourra dire que la puissance ou la force absolue du courant, est au poids de la colonne que soutient le piston, comme BD ($a$), est à IG ($c$), ou comme 5 est à 3.

*Maniere d'estimer le rapport de la puissance qui soutient une colonne l'état d'équilibre, avec celle qui la refoule pour la faire monter.*

901. Il suit que quand un courant meut le piston d'une pompe, il lui faut plus de force pour élever, avec une certaine vitesse, une colonne d'eau, que s'il la soutenoit seulement en équilibre; & que la force du courant doit être d'autant plus grande, que la même colonne sera refoulée avec plus de vitesse, parce que la vitesse respective du courant demeurant la même, il faut nécessairement augmenter sa vitesse entiere, par conséquent sa chute, pour acroître la vitesse du piston.

En général l'on peut dire que *la puissance qui soutient un piston dans l'état d'équilibre, est à celle qui le meut, avec une certaine vitesse déterminée, comme le quarré de la vitesse qu'un corps peut acquerir en tombant de la hauteur de la colonne refoulée, est au quarré de la vitesse composée de la précédente & de celle du piston*, parce qu'en supposant, comme nous faisons ici, que le courant agit immédiatement sur le piston, la hauteur de la colonne refoulée exprimera le quarré de la vitesse respective, par conséquent la puissance qui soutient cette colonne dans l'état d'équilibre, tandis que celle qui meut le piston doit l'être par le quarré de la vitesse entiere, laquelle est toujours composée de la vitesse respective & de celle du piston. (899)

L'on tire des articles précédens une regle pour connoître la

force qui doit mouvoir le piston d'une pompe, dont la hauteur du tuyau montant est déterminée : pour cela il faut chercher la vitesse relative à une chute égale à celle de la hauteur où l'on veut élever l'eau, ajouter à cette vitesse, celle que le piston doit avoir par seconde ; la chute capable de la somme de ces deux vitesses exprimera la hauteur de la colonne d'eau, qui déterminera la force que l'on demande.

902. Supposant un nouveau Syphon ACEG, dont les branches AB, DF soient de même diametre, aussi-bien que la communication CD, & qu'on ait adapté à la petite branche DF un tuyau HMI d'un diametre plus petit, que nous prendrons pour le tuyau montant d'un corps de pompe DF, il est constant que remplissant d'eau l'un & l'autre, il faudra beaucoup plus de force à la colonne AB, qui doit donner la chasse au piston P, pour lui faire parcourir l'espace DG d'un mouvement uniforme, dans un certain tems déterminé, qu'il ne lui en faudroit pour faire faire à ce piston le même chemin dans le même tems, si le tuyau montant étoit d'une grosseur uniforme au corps de pompe ; quoique dans l'état d'équilibre le piston soit toujours également chargé (349), parce qu'il faudra que cette force comprime l'eau que contient le corps de Pompe, de maniere à lui imprimer une vitesse au passage de l'orifice HI, qui soit à celle du piston, dans la raison réciproque du quarré du diametre GF, au quarré du diametre HI ; ce qui est bien évident par l'article 455, où il est démontré que *lorsqu'il sort de deux orifices differens, des quantités d'eau égales dans des tems égaux, il faut que les vitesses de l'eau soient dans la raison reciproque des orifices, ou des quarrés de leur diametre* ; ainsi nommant D, le diametre GF du corps de pompe, *d*, celui du tuyau montant HMI ; V, la vitesse que doit avoir l'eau au passage de l'orifice HI, & *u*, celle du piston ; l'on aura DD, *dd* :: V, *u*, d'où l'on tire $D^4$, $d^4$ :: VV, *uu*.

PLAN. 3. FIG. 3. *Démonstration pour faire voir le défaut des tuyaux montans, d'un diametre plus petit que celui du corps de Pompe.*

903. Ayant vû dans l'article 431 que *les forces qui impriment les vitesses à l'eau, sont dans la raison des quarrés des mêmes vitesses* ; nommant F la force qu'il faudroit à la puissance qui refoule l'eau dans le tuyau HMI, & *f*, celle qu'il faudroit pour la faire monter dans le tuyau GKNF, de même grosseur que le corps de pompe ; l'on aura F, *f* :: VV, *uu* ; que si à la place des deux derniers termes de cette proposition, l'on met $D^4$ & $d^4$, qui sont dans le même rapport, l'on aura F, *f* :: $D^4$, $d^4$, qui montre que *lorsqu'on aura deux tuyaux montans d'égale hauteur, unis à des corps de pompes de même calibre, le premier de ces tuyaux d'un diametre égal à celui du piston, & l'autre d'un diametre plus petit, il faudra que les forces employées pour faire*

*Comparaison des forces qu'il faut à la puissance qui refoule l'eau dans des tuyaux de différentes grosseurs.*

*monter une égale quantité d'eau dans le même tems, ſoient dans la raiſon réciproque des quarrés quarrés, ou des quatriémes puiſſances des diametres des tuyaux montans.*

Par exemple, l'on a un corps de pompe de 8 pouces de diametre, répondant à un tuyau montant de 4 pouces ſeulement; leur rapport ſera celui de 2 à 1, dont les quatriémes puiſſances ſont 16 & 1; or ſi l'on prend l'unité pour exprimer la force qu'il faut à la puiſſance pour faire monter une colonne d'eau dans un tuyau d'un diametre égal à celui du corps de pompe, il faudra que cette puiſſance ſoit exprimée par 16, pour refouler l'eau en même quantité, & dans le même tems, par un tuyau dont le diametre ne ſeroit que la moitié de celui du piſton.

*Il faut auſſi que l'eau en paſſant par le trou des ſoupapes, n'y rencontre aucun obſtacle.*

FIG. 3.

Les mêmes choſes ſubſiſteroient encore, ſuprimant le tuyau HMI, pour en ſubſtituer un autre GKNF, d'un diametre égal à celui du corps de pompe, s'il y avoit à l'endroit GF un diaphragme percé d'un trou HI, plus petit que le cercle du piſton, parce que la puiſſance qui pouſſera ce piſton, trouvera la même réſiſtance à vuider le corps de pompe que ſi le tuyau HM y étoit, en faiſant abſtraction du ſurcroît de frottement que ce tuyau peut faire naître; ce qui montre la conſéquence de ne point faire le diametre de la ſoupape qui eſt au bas du tuyau montant, plus petit que celui du corps de pompe, comme nous le ferons voir plus particulierement dans les articles 963, 964.

*Lorſqu'une même puiſſance refoule l'eau dans des tuyaux de différentes groſſeurs, les tems de la levée du piſton ſont dans la raiſon réciproque des quarrés des diametres des tuyaux montans.*

904. Si la puiſſance qui refoule l'eau ſans obſtacle, par un tuyau montant de même groſſeur que le corps de pompe, n'étoit pas ſuſceptible d'accroiſſement, & que reſtant la même, elle fut contrainte de refouler l'eau dans un tuyau plus petit; *les tems qu'il lui faudra dans ces deux cas pour faire faire le même chemin au piſton, ſeront dans la raiſon réciproque des quarrés des diametres des tuyaux montans & du corps de pompe* (460): ainſi dans l'exemple de l'article 903, s'il falloit à la puiſſance 5 ſecondes pour faire faire naturellement au piſton un chemin de 18 pouces, il lui en faudroit 20 dans le ſecond cas pour lui faire parcourir le même eſpace.

905. Je n'ai point eu égard aux quantités de mouvemens de la puiſſance dans les deux cas où nous avons conſideré ſon action, parce que lui ayant ſuppoſé la même viteſſe, ſes quantités de mouvemens doivent être dans le rapport des réſiſtances qu'elle aura à ſurmonter; cependant l'on remarquera que lorſque cette puiſſance ſera un courant, la raiſon réciproque des quarrés quarrés des diametres, ne peut avoir lieu que dans la comparaiſon des forces relatives du courant, & non pas des forces abſolues, provenans des viteſſes

vitesses entieres dont il peut être susceptible.

*Regle pour déterminer le raport de la force du courant qui meut une Pompe au poids de la colonne d'eau que le piston refoule.*

906. Le principal objet d'un piston qui refoule l'eau, étant de la faire monter beaucoup plus haut que le niveau de la Source, il n'arrive jamais que la chute du courant qui le meut soit plus élevée que le tuyau montant, comme on l'a vû dans les articles 900, 902, parce que le courant, au lieu d'agir immédiatement sur le piston, agit sur les aubes d'une roue, dont la superficie de chacune est beaucoup plus grande que celle du piston; alors la regle que l'on doit suivre, après avoir déterminé la vitesse de la roue, *est de faire ensorte que la superficie du piston, celle d'une des aubes, la hauteur où on veut élever l'eau, & la chute capable de la vitesse respective du courant, composent quatre termes réciproquement proportionels*, ou ce qui revient au même, que le produit de la chute dont nous parlons par la superficie d'une des aubes, soit égal au produit du cercle du piston, par la hauteur où on veut élever l'eau. L'on trouvera à la fin du quatriéme Chapitre plusieurs formules, qui comprennent tout ce que l'on peut désirer sur ce sujet.

Il suit des articles 901, 904, que quand une puissance fera mouvoir une pompe sans défaut, c'est-à-dire, une pompe refoulante où le diametre du tuyau montant, & celui du trou de la soupape, seront les mêmes que celui du piston, l'on pourra toujours connoître quelle est la force qu'il faudra à cette puissance pour refouler l'eau avec une certaine vitesse déterminée, relative à la quantité d'eau qu'on voudra faire monter par heure au reservoir.

### *Sur la hauteur où l'on peut élever l'eau par aspiration, eu égard aux dimensions des Pompes.*

L'on a dû remarquer dans les Figures rapportées sur la premiere & seconde Planches que le diametre des tuyaux d'aspiration étoit beaucoup plus petit que celui des corps de pompes, ausquels ils apartenoient, parce qu'ordinairement le piston n'a pas tant de vitesse en aspirant que l'eau en a pour monter dans le corps de pompe, lequel doit être plein au moment que le piston est parvenu à sa plus haute élévation; & pour que cela arrive, il doit regner une certaine proportion entre la superficie de son cercle, celle de celui du tuyau d'aspiration, la vitesse de l'eau en montant & celle du piston; pour en bien juger, nous ferons abstraction des pompes pour un moment, afin d'établir d'abord quelques principes préliminaires, qui faciliteront l'intelligence de ce que j'ai dessein d'insinuer.

*Examen des différentes vitesses de l'eau qui monte dans un tuyau vertical.*

PLAN. 3. FIG. 9. & 10.

Si l'on a un Syphon CBFG d'une grosseur uniforme, accompagné d'un robinet T, ensorte que la premiere branche AE soit toujours entretenue pleine d'eau, malgré la dépense qui s'en pourra faire; il est constant que si tout le reste du Syphon se trouve vuide, & que l'on ouvre subitement le robinet, l'eau coulera d'abord dans la communication VX, avec une vitesse uniforme égale à celle qu'un corps peut acquerir en tombant de la hauteur AB, mais qui ira ensuite en diminuant de plus en plus, à mesure que la seconde branche se remplira.

Pour faire voir dans quel ordre diminuera la vitesse de l'eau à tous les points Q de la hauteur GS, où sa surface QR se trouvera en montant, il faut décrire sur les lignes AB, CD, comme axe avec un même paramétre, deux paraboles égales CPH & BKI, situées dans un sens opposé; alors si l'on acheve le rectangle AM, & que l'on mene à la ligne horisontale IG autant de paralelles LR que l'on voudra; prenant l'ordonnée AI ou son égale DH pour exprimer la vitesse entiere & uniforme de l'eau au pied de la chute CD, il est constant que l'ordonnée OP exprimera de même la vitesse de la chute CO, tandis que l'ordonnée NK exprimera la vitesse de la chute NB ou QS: or je vais prouver que la vitesse qu'aura la surface QR de l'eau dans la seconde branche, lorsqu'elle sera parvenue au point Q, ne doit point être exprimée par l'ordonnée OP, qui lui répond comme on l'a crû jusqu'ici, mais bien par la ligne LK, différence de la vitesse LN ou MB de la chute AB à la vitesse NK.

*Les différentes vitesses de l'eau qui monte dans un tuyau vertical, doivent être exprimées par la différence des racines de la chute & de celles des hauteurs où le niveau de l'eau se trouve en montant au-dessus du pied de la chute.*

907. L'on a vû dans l'art. 899 que la hauteur QS ou NB de la colonne SR, étoit égale à la chute capable de la vitesse respective de l'eau de la chute CD, c'est-à-dire, à l'excès de la vitesse entiere de cette chute à celle de la surface de l'eau au point Q. Or comme cette vitesse relative est exprimée par l'ordonnée NK, sa différence LK avec la vitesse entiere MB ou LN exprimera donc la vitesse retardée de l'eau dans la communication DX, qui est la même que celle de la surface QR au point Q.

Comme il en sera de même pour toutes les vitesses retardées que l'eau aura en remplissant la branche GF, il suit que la somme de toutes ces vitesses sera exprimée par celle des élemens du complement parabolique MIKB, au lieu qu'on a coutume d'estimer cette somme par celle des élemens de la parabole DCPH ou ABHI, parce qu'on exprime ordinairement la vitesse de l'eau au point Q par la racine de la charge CO, au lieu qu'elle doit l'être par la différence des racines des hauteurs CD & QS, comme j'aurai occasion de

le faire voir plus particulierement ailleurs. J'ai moi-même été long-tems dans l'erreur sur ce point, & j'y serois peut-être encore si je ne m'étois désabusé, en faisant le calcul d'une machine que j'ai imaginée, & qu'on trouvera au commencement du quatriéme Livre. PLAN. 3. FIG. 9. & 10.

Le complement parabolique MIKB n'étant que la moitié de la superficie ABKI de la parabole, l'on voit que la somme de toutes les vitesses retardées de l'eau, en remplissant la seconde branche, n'est que la moitié de la somme des vitesses, sur laquelle on a coutume de compter, d'où il suit qu'il faut à la branche FG pour se remplir, le double du tems de celui qu'on estime ordinairement.

Il suit encore que puisque le complement MIKB n'est que le tiers du rectangle MB, il faut à la branche BF pour se remplir le triple du tems qu'il lui faudroit, si l'eau y montoit toujours avec une vitesse uniforme, exprimée par MB.

Enfin il suit que la somme des vitesses de l'eau en montant de Q en $q$, au lieu d'être exprimée par la somme des élemens du quadrilatere mixte PO$op$, doit l'être par celle du quadrilatere KL$lk$.

*Examen de ce qui arrive lorsqu'il y a un piston dans la branche où l'eau monte.*

908. Nous servant d'un autre Syphon pareil au précédent, dont la premiere branche soit toujours entretenue pleine d'eau, & la seconde seulement jusqu'à la hauteur QR, parce qu'elle est retenue par un piston P que soutient une puissance T; je dis que si cette puissance fait monter le piston de R en C, avec une vitesse toujours uniforme, il arrivera l'un des deux cas suivans.

PLAN. 3. FIG. 11.

Quoique l'eau ne soit pas libre, elle tendra toujours, en accompagnant le piston de R en C à monter avec toutes les vitesses différentes dont elle peut être susceptible; mais si en chemin faisant elle se trouve réduite à une vitesse moindre que celle du piston, elle cessera de le suivre, & il y aura un espace vuide entre-deux, qui croîtra de plus en plus à mesure que la vitesse de l'eau deviendra inférieure à celle du piston; voilà le premier cas.

Si pour le second cas, la plus petite vitesse de l'eau se trouve fort superieure à celle du piston, non seulement il n'y aura point d'espace vuide entre-deux, mais il arrivera au contraire que l'eau pourroit remplir dans le tems de la levée du piston un espace beaucoup plus grand que RQ$bc$.

*Les articles précédens peuvent s'appliquer à la theorie des pompes aspirantes.*

909. Supposant que les branches du Syphon soient chacune de 31 pieds de hauteur, le poids de l'eau de la premiere AD pourra être pris pour celui de l'atmosphere (886), & ne considérant plus que le seul tuyau GL trempant dans l'eau jusqu'au niveau DM, il

arrivera que si par quelque cause que ce soit, ce tuyau est privé d'air grossier, l'eau y montera naturellement de F en R jusqu'à la rencontre du piston (790) & agira à son égard avec les circonstances qui apartiennent à l'un ou l'autre des deux cas précédens, c'est pourquoi l'on peut regarder le tuyau GL comme une pompe aspirante & uniforme, dont la hauteur RC marqueroit le jeu du piston.

Il suit du premier cas, que lorsque dans une pompe aspirante la vitesse de l'eau en montant est moindre que celle du piston, il se forme un espace vuide, qui est cause que la pompe ne fournit point la quantité d'eau qu'elle devroit donner, quoique l'aspiration se fasse à une hauteur fort au-dessous de 31 pieds, parce que le piston venant à descendre avant que le corps de pompe soit rempli, l'on perd à chaque relevée un volume d'eau égal au vuide; que si cet inconvénient peut arriver dans le cas même où le diametre du tuyau d'aspiration seroit égal à celui du corps de pompe, à plus forte raison si l'on faisoit ce tuyau beaucoup plus étroit, parce que l'eau montant avec moins d'abondance, mettra plus de tems à remplir le corps de pompe, abandonnera plus promptement le piston, par conséquent laissera un plus grand vuide entre-deux.

*Le corps de l'ompe se remplira toujours par aspiration lorsque les quarrés des diametres du piston & du tuyau d'aspiration seront en raison réciproque de la vitesse de l'eau & de celle du piston.*

910. Il suit au contraire du second cas, que lorsque la plus petite vitesse de l'eau, considerée comme uniforme sera beaucoup plus grande que celle du piston, il n'y aura point d'espace vuide, & l'on pourra faire le corps de pompe plus gros que l'aspirant, sans craindre que l'eau abandonne jamais le piston; *c'est de quoi l'on sera assuré lorsque les quarrés des diametres du piston & du tuyau d'aspiration, la plus petite vitesse de l'eau, & celle du piston, seront réciproquement proportionels*, parce qu'alors le volume interieur du corps de pompe sera toujours moindre que celui de la colonne d'eau qui pourroit y entrer dans le tems de la levée du piston : or j'estime qu'on ne peut gueres donner à un piston plus de quatre pieds de vitesse par seconde, sans exposer les parties de la machine au danger d'être bientôt rompues; & de toutes celles qui sont venues à ma connoissance, je n'en ai point vû dont le mouvement ait autant d'activité.

Nommant $a$, la hauteur de la colonne d'eau équivalente au poids de l'atmosphere; $b$, la plus grande élévation du piston au-dessus de la surface de l'eau de la source; $\sqrt{a} - \sqrt{b}$ exprimera la plus petite vitesse de l'eau qui montera dans le corps de pompe (899) & non pas $\sqrt{a-b}$; ce qui est bien différent, car l'on a $a+b=2\sqrt{a}$

pour la chute capable de cette viteſſe, au lieu de $a-b$, ſelon la méthode ordinaire ; ainſi *pour avoir cette chute il faut chercher une moyenne proportionelle entre la hauteur de la colonne d'eau équivalente au poids de l'atmoſphere, & celle de la plus grande élévation du piſton au-deſſus de la ſource, doubler cette moyenne, & la ſouſtraire de la ſomme des deux extrêmes.*

Par exemple, ayant $a=31$ pieds (886), nous ſuppoſerons $b=16$; ainſi la moyenne entre ces deux nombres ſera à peu près de 22 pieds 3 pouces, qui étant doublé, donne 44 pieds 6 pouces, qu'il faut ſouſtraire de 47, ſomme des mêmes nombres, la différence ſera de 2 pieds 6 pouces pour la chute, au lieu que ſelon l'idée commune, elle ſeroit de 15 pieds. Je laiſſe à penſer de quelle conſéquence peut être dans la pratique la différence qui naît de cette erreur.

*Application d'une formule générale à la maniere de trouver le diametre & la hauteur du tuyau d'aſpiration*

911. Pour établir une formule générale qui renferme tout ce qui peut appartenir au ſujet dont nous parlons, nous nommerons V, la plus petite viteſſe de l'eau qui monte dans le corps de pompe; $u$, celle du piſton; D, le diametre du corps de pompe; & $d$, celui du tuyau d'aſpiration; alors on aura (910) $V, u :: DD, dd$; d'où l'on tire $V dd = u DD$, qui eſt une équation compoſée ſeulement de quatre grandeurs différentes, dont il eſt aiſé d'avoir l'une d'elles moyennant la connoiſſance des trois autres.

Par exemple, ſi l'on avoit une pompe aſpirante de 6 pouces de diametre, dont le piſton, ſelon la diſpoſition de la machine & la viteſſe du moteur, dût faire 20 relevées par minute, chacune de 2 pieds, & qu'il employât autant de tems à monter qu'à deſcendre, ce piſton fera 80 pieds de chemin en une minute, & aura par conſéquent 16 pouces de viteſſe par ſeconde.

Je ſuppoſe en ſecond lieu que la plus haute élévation du piſton au-deſſus des plus baſſes eaux, eſt de 18 pieds, & qu'il s'agit de ſçavoir le diametre qu'il faudra donner au tuyau d'aſpiration, pour que le corps de pompe ſe rempliſſe toujours dans le tems de la levée du piſton; pour cela il faut chercher les viteſſes uniformes par ſeconde, des chutes de 31 (886 & 909) & de 18 pieds (176), qu'on trouvera de 43 & de 32 pieds 9 pouces, dont la différence donne 10 pieds 3 pouces pour la plus petite viteſſe de l'eau.

L'on a donc $D=6$ pouces, $u=1\frac{1}{3}$ pied, & $V=10$ pieds, en négligeant la fraction, qui étant ſubſtituée dans $\frac{\sqrt{uDD}}{\sqrt{V}}=d$, donne 2 pouces 2 lignes 3 points pour le diametre que l'on demande, mais qu'il convient de faire au moins de 2 pouces 6 lignes pour avoir égard aux frottemens.

Quand on connoîtra la viteſſe du piſton, le diametre du corps de pompe & celui du tuyau montant, l'on aura $\frac{uDD}{dd} = V$ pour la plus petite viteſſe de l'eau, *qu'on trouvera en multipliant le quarré du diametre du piſton par la viteſſe du même piſton, & en diviſant le produit par le quarré du diametre du tuyau d'aſpiration.* Enſuite il faudra retrancher cette viteſſe de celle qui eſt relative à la colonne d'eau, équivalente au poids de l'atmoſphere; la différence donnera la viteſſe reſpective, dont il n'y aura plus qu'à chercher la chute qui déterminera la plus haute élévation du piſton au-deſſus des plus baſſes eaux de la ſource, ſi ſon niveau eſt ſujet à varier, par conſéquent la ſituation de la Pompe.

Suppoſant qu'on ait trouvé 10 pieds 3 pouces pour la plus petite viteſſe de l'eau, il faudra la retrancher de 43 pieds, la différence donnera 32 pieds 9 pouces pour la viteſſe reſpective; ainſi cherchant la chute capable de cette viteſſe (177), l'on trouvera 18 pieds pour la plus grande élévation du piſton.

De même quand on connoîtra le diametre du corps de pompe, celui du tuyau d'aſpiration, & la plus grande élévation du piſton, par conſéquent la plus petite viteſſe de l'eau, on pourra déterminer la viteſſe que doit avoir le piſton, pour que le corps de pompe ſe rempliſſe, puiſqu'alors on a $\frac{Vdd}{DD} = u$, qui montre *qu'il faut multiplier la plus petite viteſſe de l'eau par le quarré du diametre du tuyau d'aſpiration, & diviſer le produit par le quarré du diametre du piſton.*

Enfin quand on connoîtra la viteſſe du piſton, le diametre du tuyau d'aſpiration, & la plus haute élévation du piſton, ou la plus petite viteſſe de l'eau, on déterminera auſſi le diametre du corps de pompe, puiſqu'on a $\frac{V\sqrt{dd}}{u} = D$, *qui montre auſſi qu'il faut multiplier le quarré du diametre du tuyau d'aſpiration par la plus petite viteſſe de l'eau, diviſer le produit par la viteſſe du piſton, & extraire la racine quarrée du quotient.*

Lorſque les pompes aſpirantes & refoulantes & ſituées ſur une riviere, il n'eſt pas néceſſaire que les piſtons aſpirans ſoient élevés autant qu'ils peuvent l'être au-deſſus du niveau des plus baſſes eaux, puiſqu'il ſuffit d'établir les corps de Pompe à une hauteur convenable au-deſſus des plus grandes, pour que la machine ne ſoit point ſubmergée, parce que les corps de pompes & les tuyaux d'aſpiration ne pouvant jamais être ſi bien racordés enſemble,

qu'ils ne se forme à la longue des pertuis imperceptibles par où l'air extérieur s'insinue, il convient dans la pratique de donner toujours à l'aspiration moins de hauteur que celle qu'on aura trouvé par le calcul.

912. Il est essentiel de remarquer que dans tout ce que nous venons de dire sur les pompes aspirantes, nous avons supposé que l'air en avoit été entierement évacué avant même que le piston eut commencé à jouer, afin de n'avoir égard qu'à la diminution de la vitesse de l'eau en montant, causée par l'augmentation de son propre poids; mais comme cette supposition ne peut avoir lieu, quand l'eau ne monte que par degrés dans l'aspirant, à mesure que le piston en évacue l'air, lequel ne cesse de retarder la vitesse que l'eau auroit naturellement, si elle ne rencontroit pas cet obstacle (868); il nous reste à considerer la modification que l'action de l'atmosphere peut recevoir de la part du poids de l'eau qui monte, & de celle du ressort de l'air qui lui résiste dans la pompe, afin de déduire de cette recherche la hauteur qu'il faut donner au tuyau d'aspiration, relativement à la situation de la soupape inferieure, au jeu du piston, & au poids de l'atmosphere; mais pour rendre aussi simple qu'il est possible les calculs qui ont rapport à ce sujet, nous n'y ferons point entrer la vitesse du piston ni celle de l'eau en montant, afin de ne considerer les choses que dans l'état d'équilibre, (869) c'est-à-dire dans l'état où elles se trouvent, lorsqu'à chacune relevée le piston étant parvenu à sa plus haute élévation, l'eau cesse de monter; ce qui convient d'autant mieux, que notre principal objet est de déterminer dans quelles occasions l'eau peut s'arrêter en montant dans une pompe aspirante.

*La hauteur où l'on peut élever l'eau par aspiration dépend encore de plusieurs considérations auxquelles il faut avoir égard.*

913. La situation de la soupape inferieure par rapport au jeu du piston, peut faire naître trois cas différens; le premier, lorsque cette soupape étant placée dans le fond du corps de pompe, le piston en approche immédiatement, ne laissant que très-peu de vuide entre-deux, comme dans la figure sixiéme, où l'on suppose que la soupape S étant fermée, la base OP du piston peut toucher toutes les fois qu'elle descendra le fond QR; le second, lorsque la soupape inferieure est placée au bas du tuyau d'aspiration, c'est-à-dire aussi éloignée qu'elle peut l'être du piston, comme dans la figure cinquiéme, où la soupape P trempe dans l'eau même que l'on veut élever, & soutient, quand le piston baisse, le poids de celle qui est montée; enfin le troisiéme, lorsque cette soupape étant placée dans le fond du corps de pompe, le piston n'en peut

*L'emplacement des soupapes fait naître trois cas différens.*

PLAN. 3. FIG. 6. FIG. 5.

approcher qu'à une certaine distance, pour des raisons qui ne permettent pas d'en user autrement.

*Examen du premier ca*

*Fig. 6.*

914. Il est à remarquer que dans le premier cas l'on peut faire monter l'eau dans une pompe aspirante, à une hauteur qui approchera plus que dans les deux autres de 31 pieds; car l'air du tuyau d'aspiration étant totalement épuisé, l'eau ne manquera pas de suivre le piston, au moment qu'elle sera parvenue à la hauteur Y, parce qu'elle trouvera un vuide dans le corps de pompe où il ne pourra y avoir qu'un air extrêmement dilaté, dont le ressort n'aura point assez de force pour s'y opposer; & lorsque le piston descendra immédiatement après, l'air & l'eau passant au travers du trou T du piston, il n'y aura plus du tout d'obstacle dans les levées suivantes qui puisse empêcher l'eau de monter jusqu'à une certaine hauteur, qui sera toujours inferieure à celle de 31 pieds, parce que selon les articles 901, 902, il faudra que cette hauteur soit ménagée, relativement à la moindre vitesse de l'eau, à celle du piston, aux quarrés des diametres du corps de pompe & du tuyau d'aspiration, qui doivent, comme nous l'avons dit (910), être toujours réciproquement proportionels, indépendamment de la solution des problêmes qu'on va voir que M. Parent a proposé sur ce sujet.

Comme les pompes aspirantes les plus parfaites, sont celles qui élevent l'eau à une plus grande hauteur, l'on voit qu'on ne peut leur donner cet avantage, qu'autant qu'il y a le moins de vuide qu'il est possible entre la soupape & le piston, & qu'il seroit à souhaiter qu'il n'y en eut point du tout; mais ne pouvant éviter totalement ce vuide, parce que le trou dont le piston est percé, en fait naître indispensablement un, dans lequel l'air que l'on veut évacuer se condense toutes les fois que le piston descend; il faut sur-tout bien prendre garde de ne pas l'augmenter, comme il arrive à la plûpart des Ouvriers, qui au lieu de disposer la bande de cuir du piston, dans le sens où elle est exprimée à l'endroit MN de la sixiéme figure, la mettent dans un sens opposé, comme on le voit dans la cinquiéme, où le piston ne descendant point jusqu'au fond du corps de pompe, occasionne un surcroît de vuide fort mal-à-propos.

*Examen du second cas.*

*Fig. 5.*

915. De tous les endroits où l'on peut placer une soupape, il n'y en a pas de plus desavantageux que celui du second cas; car quand même la base du piston E viendroit toucher le fond du corps de pompe, on trouvera toujours beaucoup de difficulté à expulser l'air du tuyau d'aspiration, & on ne sera jamais monter l'eau

l'eau aussi haut que si la soupape étoit au fond du corps de pompe, comme on en va juger. *PLAN. 3.*

Lorsque dans la figure sixiéme, on veut expulser l'air; à chaque levée celui du tuyau d'aspiration VX, se dilate dans le corps de pompe; & toutes les fois que le piston descend, il en chasse un volume égal à la capacité de son jeu; ainsi plus cette capacité est grande par rapport à celle du tuyau d'aspiration, plus l'évacuation est prompte & facile; au lieu que quand la soupape est placée en bas, le piston en descendant ne peut évacuer qu'un volume d'air égal à celui de l'eau qui passe dans le tuyau d'aspiration; & comme il entre toujours moins d'eau dans ce tuyau à mesure qu'elle y est plus élevée, il sort par conséquent de la pompe des volumes d'air qui vont toujours en décroissant, jusqu'à l'instant où il n'en sort plus du tout; alors à moins que la hauteur du tuyau d'aspiration ne soit médiocre, l'eau ne passe pas dans le corps de pompe & reste à une certaine hauteur GY, sans qu'il soit possible de la faire monter plus haut, quoique l'on continue à faire jouer le piston, parce que selon l'article 815, il y a un moment où le poids de la colonne d'eau ZGY, joint à la force du ressort qui sera resté à l'air qu'on n'a pû expulser, est en équilibre avec l'atmosphere; & pour faire voir la différence que cause l'emplacement des soupapes, toutes choses d'ailleurs étant égales, nous allons chercher à quelle hauteur on peut faire monter l'eau dans la figure cinquiéme. Pour cela nous supposerons que l'on a réduit la grosseur du corps de pompe à celle du tuyau d'aspiration, afin que ces deux tuyaux ayant le même diametre, on puisse prendre leur hauteur, à la place de leur capacité : cela posé, nous nommerons $a$, la colonne d'eau équivalente au poids de l'atmosphere; $b$, la hauteur IL du tuyau d'aspiration, au-dessus de la surface de l'eau QR; $c$, la hauteur reduite du jeu de piston, & $x$, la plus haute élévation de l'eau dans la pompe. *FIG. 6.*

*Maniere de calculer la hauteur où l'eau peut monter dans les Pompes du second cas.*

716. Quand l'eau sera parvenue à la hauteur GY, sans pouvoir passer outre, & que le piston que nous supposerons plein, sera descendu jusqu'au fond du corps de pompe, l'air sera reduit dans l'espace GI, qu'on peut exprimer par $b-x$; & comme cet air est alors dans son état naturel, il sera en équilibre avec le poids de l'atmosphere; mais lorsque le piston sera monté au plus haut de son jeu, cet air se dilatera dans un espace plus grand que le précedent, de toute la capacité du corps de pompe, que nous avons nommée $c$, qui étant ajoutée avec $b-x$, l'on aura $b+c-x$, pour exprimer la dilatation de l'air qui ne sera plus en équilibre, qu'a-

vec ce qu'il manque à la hauteur YL, pour égaler une colonne d'eau de 31 pieds, c'est-à-dire avec $a-x$; mais l'on ſçait par l'article 815 que le produit de l'eſpace qu'occupe un certain volume d'air par la charge qu'il ſoutient, eſt toujours égal au produit de l'eſpace où il s'eſt condenſé & dilaté, par la charge qu'il peut ſoutenir alors; ainſi multipliant $a$, par $b-x$, & $a-x$, par $b+c-x$; l'on aura $ab+ac-aa-bx-cx+xx=ab-ax$, ou bien $xx-bx-cx+ac=0$ après la réduction ;& faiſant $b+c=d$, l'on aura $xx-dx=-ac$; & ajoutant de part & d'autre le quarré de la moitié du coefficient du ſecond terme, pour avoir un quarré parfait, il viendra $xx-dx+\frac{dd}{4}=\frac{dd}{4}-ac$, dont les racines ſont $x-\frac{d}{2}=\sqrt{\frac{aa}{4}-ac}$, & $\frac{d}{2}-x=\sqrt{\frac{dd}{4}-ac}$; faiſant attention que la ſeconde $\frac{d}{2}-x$, eſt celle que l'on doit prendre préferablement à la premiere, puiſque le quarré $xx$ vient de la multiplication de $-x$ par $-x$, par conſéquent le reſultat donne $x=\frac{d}{2}-\sqrt{\frac{dd}{4}-ac}$.

Si l'on ſuppoſe la hauteur IL du tuyau d'aſpiration de 28 pieds, & que la hauteur BX du jeu du piſton ſoit de 2 pieds; la plus haute élévation VX du jeu du piſton, au-deſſus de la ſurface de l'eau QR ſera de 30 pieds, qui eſt la hauteur où l'eau pourroit monter, ſi la ſoupape inferieure étoit placée au fonds du corps de pompe, & que le piſton en deſcendant pût la toucher, comme dans la ſixiéme figure; mais cela n'étant point, cherchons, en ſuivant ſes dimenſions, juſqu'à quelle hauteur elle pourra monter.

Si l'on ſuppoſe le diametre du corps de pompe, double de celui du tuyau d'aſpiration, la hauteur réduite du corps de pompe ſera de 8 pieds; ainſi l'on aura $a=31$, $b=28$, $c=8$, & $b+c=d=36$; appliquant les nombres précedens à l'équation $x=\frac{d}{2}-\sqrt{\frac{dd}{4}-ac}$, l'on trouvera 9 pieds 3 pouces 6 lignes pour la valeur de l'inconnue, c'eſt-à-dire pour la hauteur où l'eau montera dans le tuyau d'aſpiration, ſans qu'elle puiſſe jamais paſſer outre; ce qui fait voir que cette pompe eſt la plus défectueuſe de toutes celles que l'on peut mettre en uſage. Il eſt ſurprenant que M. Mariotte l'ait donné pour exemple, pag. 151, * en voulant établir une regle pour connoître à quelle hauteur l'eau peut monter dans les pompes aſpirantes; & je n'en aurois pas parlé, ſi en faiſant l'analyſe de la quatriéme figure, je n'étois obligé de ſuppoſer la

* *Traité du mouvement des eaux.*

soupape inferieure, placée au bas du tuyau d'aspiration.

*Examen du troisiéme cas.*

PLAN. 3. FIG. 4.

917. Quand il y a un espace entre le fonds du corps de pompe, & le piston, comme nous l'avons supposé dans le troisiéme cas, cet espace que nous nommerons *superflu*, peut faire manquer la pompe, en empêchant que l'eau qui s'est élevée à une certaine hauteur OP dans le tuyau d'aspiration, puisse monter plus haut; ce qui peut arriver quand même sa plus grande hauteur XB au-dessus de la surface de l'eau VX, seroit au-dessous de 30 pieds, si la hauteur du tuyau d'aspiration, le jeu du piston, l'espace superflu, & le poids de l'atmosphere n'ont point entre eux une certaine proportion.

Pour en juger, considerez qu'il y aura un moment où la colonne d'eau du tuyau d'aspiration, & l'air dilaté, quand le piston est monté jusques à sa plus grande hauteur AB, feront en équilibre avec le poids de l'atmosphere; & comme l'air resté dans le tuyau d'aspiration sera dans le même état que celui qui se trouve répandu dans le corps de pompe, il n'en passera pas davantage du premier dans le second: quand le piston descendra, la soupape E se refermera pour ne plus s'ouvrir, & l'air dilaté dans le corps de pompe se laissera comprimer, pour se reduire dans l'espace superflû CFGD, au même degré de condensation que celui de dehors; ainsi quoique l'on continue à faire jouer le piston, l'eau ne passera pas le terme où elle est restée.

*M. Parent a proposé aux Sçavans huit Problêmes sur les pompes.*

918. Monsieur Parent au commencement du troisiéme volume de ses recherches de Physique & de Mathématique, propose huit problêmes qui appartiennent à notre troisiéme cas; il dit les avoir tiré d'un petit traité sur les pompes qu'il avoit dessein de faire imprimer; mais il ne l'a pas été, on ignore même ce qu'il est devenu, m'en étant informé à ceux qui pouvoient en avoir connoissance. Il est surprenant que cet ouvrage qui a été achevé & même approuvé par l'Académie Royale des Sciences en 1700, n'ait pas été mis au jour dans l'espace de 14 ans que M. Parent a vecu depuis, cet Auteur n'ayant pas coutume de laisser reposer ses écrits long-tems; il travailloit rapidement, & faisoit imprimer de même, ce qui est cause que ses Ouvrages quoique très-bons, & presque tous originaux sont un peu négligés. Par l'idée qu'il donne de son traité, il devoit comprendre de bonnes choses, dont il semble avoir voulu faire mystere en proposant ces huit Problêmes, comme un espece de défi; disant page 62, *qu'il n'a pas feint de les traiter de nouveaux, & de les proposer à resoudre aux Sçavans de l'Europe, comme du moins aussi dignes de leur application, qu'aucun*

*Problême de Géometrie seche, ou d'Algebre pure qui les ait occupé jusqu'ici.* Cependant ils n'ont piqué l'émulation de personne, n'en ayant trouvé la solution en nul endroit; mais les trois premiers étant fort utiles, les voici dans les mêmes termes que M. Parent les a rapportés; je ferai voir ensuite les formules sur lesquelles sont établis les calculs numeriques qu'il donne pour exemple, & dont il a suprimé l'analyse dans la pensée qu'on auroit beaucoup de peine à la découvrir. Je ne sçais sur quoi il a voulu fonder la fausse gloire de n'être entendu de personne; ce n'est qu'aux demi-sçavans à qui il appartient d'en user ainsi pour se faire admirer du vulgaire, le profond sçavoir de M. Parent étoit assez connu pour ne pas recourir à des finesses si peu dignes de lui, quelquefois le hazard fait découvrir une méthode que les plus habiles gens chercheront en vain, sans que pour cela ils perdent rien de leur superiorité.

## PROBLEMES DE M. PARENT.

### *Proposés aux Sçavans, sur les mesures les plus parfaites des Pompes & de leurs aspirants.*

*Premier Problême.*

919. *Etant données les hauteurs du jeu du piston & du vuide du corps de pompe, trouver tant & de si parfaites pompes qu'on voudra.*

Soit par exemple le jeu du piston réduit de huit pieds de hauteur, & le vuide de 2; multipliez 8 par 32, nombre absolu, & divisez le produit 256, par 8 joint avec 2, c'est-à-dire par 10; le quotient donnera $25\frac{3}{5}$, & comme ce 10 est moindre que $25\frac{3}{5}$, tout nombre moindre que $25\frac{3}{5}$, comme 15, 20, &c. composera avec les hauteurs données 8 & 2, une pompe parfaite.

Mais si le vuide étoit de 12, ajoutant 8 avec 12, & divisant 256 ci-dessus, par leur somme 20; le quotient donnera $12\frac{4}{5}$, qui étant moindre que 20, il faudroit tirer la racine quarrée de 256; sçavoir 16, & la doubler, & du double 32, nombre particulier, ôter 20 pour avoir leur reste 12; alors tout nombre moindre que 12, comme 4, 6, 10, &c. pourra servir d'aspirant avec les nombres donnés 8 & 12; mais si la soustraction ne peut se faire, le Problême sera impossible, & cette pompe sera d'autant plus parfaite, que le nombre choisi sera petit.

*Second Problême.*

920. *Etant données les hauteurs du jeu du piston, & de l'aspirant trouver tant & de si parfaites Pompes qu'on voudra.*

Soit la hauteur du jeu du piston de 8 parties, celle de l'aspirant de $25\frac{3}{5}$; retranchez cette derniere de 32, nombre absolu, le

reste sera $6\frac{2}{5}$, qu'il faut multiplier par 8 donné, dont le produit est $51\frac{1}{5}$, que l'on divisera par $25\frac{3}{5}$ ci-dessus, ce qui donnera 2 au quotient; comme donc ce 2, joint avec ce 8 ci-dessus, c'est-à-dire 10, sont moindres que $25\frac{3}{5}$, je prends 8 avec $25\frac{3}{5}$; & tout autre nombre moindre que 2, comme $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$. &c. pour les trois dimensions de la pompe proposée; & plus ce nombre sera moindre que 2, plus la pompe sera parfaite.

Mais si la hauteur de l'aspirant étoit de $12\frac{4}{5}$, le jeu du piston étant toujours de 8; alors retranchant $12\frac{4}{5}$ de 32, nombre absolu, le reste est $19\frac{1}{5}$, qui étant multiplié par 8 donné, le produit est $153\frac{3}{5}$, & ce produit étant divisé par $12\frac{4}{5}$ donné, le quotient sera 12, qui étant ajouté à 8 donné, fait 20. Or 20 étant plus grand que $12\frac{4}{5}$, je tire la racine quarrée du produit de 32, nombre absolu, par 8 donné, c'est-à-dire de 256; ce qui donne 16, que je double pour avoir 32, nombre particulier, dont j'ôte 8, joint avec $12\frac{4}{5}$ donnés, c'est-à-dire $20\frac{4}{5}$, le reste est $11\frac{1}{5}$; alors tout nombre moindre que $11\frac{1}{5}$ pris pour le vuide, comme 4, 6, 10, &c. composera avec 8 & $12\frac{4}{5}$ donnés, une pompe si parfaite qu'on voudra, & plus ce nombre sera moindre que $11\frac{1}{5}$, plus la pompe sera parfaite.

Ayant cette longueur du vuide, il ne restera que de la réduire sur la grosseur du corps de pompe pour avoir la longueur naturelle du vuide.

921. *Etant données les hauteurs de l'aspirant & du vuide réduit à la grosseur de l'aspirant, trouver tant & de si parfaites pompes qu'on voudra.* *Troisiéme Probleme.*

Soit le vuide réduit à la grosseur de l'aspirant de deux parties, l'aspirant de $25\frac{3}{5}$, multipliez les l'un par l'autre, pour avoir le produit $51\frac{1}{5}$; retranchant ensuite $25\frac{3}{5}$, de 32 nombre absolu, il restera $6\frac{2}{5}$, par lequel reste vous diviserez $51\frac{1}{5}$, & le quotient sera 8, à quoi vous ajouterez le 2 donné, pour avoir leur somme 10, laquelle étant moindre que $25\frac{3}{5}$ donné, tout nombre au-dessus de 8 étant pris pour le jeu du piston, composera avec les nombres donnez 2 & $25\frac{3}{5}$, une pompe si parfaite qu'on voudra; sçavoir, plus ce nombre au-dessus de 8 sera grand, plus la pompe sera parfaite.

Mais si le vuide est 12, & l'aspirant $12\frac{4}{5}$, multipliant ces deux nombres entre-eux pour avoir leur produit $153\frac{3}{5}$, & ôtant $12\frac{4}{5}$ de 32, nombre absolu pour avoir le reste $19\frac{1}{5}$, il ne resteroit que de diviser $153\frac{3}{5}$ par $19\frac{1}{5}$, pour avoir le quotient 8, lequel étant joint à 12 donné fait 20; & parce que 20 est plus grand que $12\frac{4}{5}$ donné, ajoutez ensemble 12 & $12\frac{4}{5}$, pour avoir la somme de $24\frac{4}{5}$, qu'il

faut ôter de l'absolu 32, pour avoir le reste $7 \frac{1}{5}$, qu'il faut doubler afin d'avoir $14 \frac{2}{5}$, dont on tirera la racine quarrée que l'on multipliera par 8 nombre absolu, ce qui donnera environ $30 \frac{2}{5}$; j'ajoute ensuite au reste $7 \frac{1}{5}$ ci-dessus l'absolu 32, ce qui donne $39 \frac{1}{5}$, à laquelle somme j'ajoute $30 \frac{2}{5}$, pour avoir $69 \frac{3}{5}$, & j'en ôte aussi $30 \frac{2}{5}$, le reste est $8 \frac{4}{5}$; je prends donc entre $8 \frac{4}{5}$, & $69 \frac{3}{5}$ un nombre à plaisir pour la hauteur du jeu du piston, comme par exemple 30, lequel 30 avec les donnés 17 & $12 \frac{4}{5}$, composera une pompe parfaite, & d'autant plus parfaite que ce nombre pris sera plus grand.

Ayant la hauteur du piston, il ne restera que de la réduire sur la grosseur du corps de pompe pour avoir la hauteur naturelle.

Les cinq autres Problêmes ne comprenant rien qui ne soit renfermé dans les précedens, je les passe sous silence; mais pour qu'on ne s'imagine pas qu'ils soient de quelque conséquence, en voici l'énoncé.

*Quatriéme Problême.*

922. *Etant données les hauteurs du jeu du piston, & la somme des hauteurs de l'aspirant & du vuide, le tout réduit à la grosseur de l'aspirant, trouver tant & de si parfaites pompes qu'on voudra.*

*Cinquiéme Problême.*

923. *Etant donnée la hauteur de l'aspirant, & la somme des hauteurs du jeu du piston & du vuide, réduites à la grosseur de l'aspirant, trouver tant, &c.*

*Sixiéme Problême.*

924. *Etant donnée la hauteur du vuide avec la somme des hauteurs de l'aspirant & du jeu du piston, dans une pompe uniforme, renversée, trouver tant, &c.*

*Septiéme Problême.*

925. *Etant donnée la hauteur de l'aspirant avec la somme de vuide & de la moitié du jeu du piston, trouver tant, &c.*

*Huitiéme Problême.*

926. *Etant données dans les pompes uniformes renversées, la somme du jeu du piston & du vuide entier, & de la moitié du jeu du piston & de l'aspirant entier, trouver tant, &c.*

L'on voit qu'en s'y prenant ainsi, cet Auteur au lieu de 8 Problêmes, en auroit pû proposer un aussi grand nombre qu'il auroit voulu, mais qui n'eussent toujours été qu'une combinaison des trois premiers.

*Remarques sur les Problêmes de M. Parent.*

927. L'on a dû remarquer dans les trois premiers Problêmes que M. Parent distinguoit deux cas; le premier, lorsque le tuyau d'aspiration étoit plus grand que la somme du vuide & du jeu du piston; le second, lorsqu'au contraire la somme du vuide & du jeu du piston surpassoit l'aspirant. On a peine d'abord d'appercevoir la raison de cette différence, & pourquoi les opérations du second cas sont plus composées que celles du premier; aussi est-ce là le nœud de la théorie de son calcul; mais avant de l'expliquer,

il est à propos de commencer par rendre raison des opérations qu'il fait pour le premier cas.

*Solution du premier Problême de M. Parent, lorsque le tuyau d'aspiration est plus grand que la somme du vuide & du jeu du piston.*

928. Quand on a une pompe dans le goût de celle dont nous parlons, & qu'on la fait jouer pour faire monter l'eau dans le tuyau d'aspiration; il est constant que toutes les fois que le piston est descendu, l'air naturel contenu dans l'espace superflu CFGD, est en état de soutenir une colonne d'eau de 31 pieds de hauteur; & que quand le piston est élevé en AB, le même air s'étant dilaté diminue la force de son ressort dans la raison inverse de l'augmentation de son volume; par conséquent si l'eau ne peut passer au-dessus de la hauteur OP, on pourra dire que l'air ainsi dilaté n'est plus en équilibre, qu'avec ce qu'il manque à la colonne VP pour égaler 31 pieds; puisque cet air est alors dans le même état que celui qui est resté dans l'espace OR, d'où l'on tire cette analogie, comme l'espace superflu CFGD est à la capacité composée du jeu du piston & de l'espace superflu; ainsi la hauteur qui manque à la colonne VP pour valoir 31 pieds, est à 31 pieds; supposant donc $a = 31$, $b = BG$, $c = DG$, & $x = OV$, l'on aura $b + c = BD$; & l'on pourra prendre $c$, & $b + c$ pour exprimer le rapport du volume de l'air naturel de l'espace superflu au volume du même air dilaté dans la pompe; ainsi l'on aura $c, b+c :: a-x, a$; & en raison inverse $b+c, c :: a, a-x$; & en divisant $b+c, b :: a, x$; d'où il suit que la somme du jeu du piston & du vuide, est au jeu du piston, comme le poids de l'atmosphere est à la hauteur du tuyau d'aspiration au-dessus de la surface de l'eau qu'on veut élever, (FIG. 4.)

qui donne $\frac{ab}{b+c} = x$, qui est une formule qui répond au premier cas du premier Problême, où il est dit que pour avoir la hauteur du tuyau d'aspiration, il faut multiplier la hauteur du vuide par le poids de l'atmosphere, que M. Parent a supposé équivalent à une colonne d'eau de 32 pieds, & diviser le produit par la somme du vuide & du jeu du piston.

Si l'on donne pour hauteur au tuyau d'aspiration le quotient de la division précedente, l'eau montera indubitablement jusques au-dessous de la soupape E, & ne passera jamais dans le corps de pompe, quoique l'on continue à faire jouer le piston, à moins que l'on ne diminue la hauteur du tuyau d'aspiration, pour augmenter la colonne d'eau équivalente au ressort de l'air dilaté dans le corps de pompe; venant à élever le piston immédiatement après, il restera assez de force à l'air exterieur pour contraindre l'eau à ouvrir la soupape pour passer ensuite dans le corps de pompe, & surmon-

FIG. 4. ter jusqu'à un certain point la résistance de l'air qu'elle y trouvera; pour se mettre, par exemple, au niveau MN, au moment qu'elle aura atteint l'équilibre; ensuite le piston venant à descendre, la soupape E se fermera, l'eau qui est entrée dans le corps de pompe s'y trouvera enfermée, le piston comprimera l'air plus fortement qu'il n'avoit fait auparavant, c'est-à-dire, plus que ne l'est celui de dehors, parce qu'il ne trouvera pour se réduire que l'espace MFGN, au lieu de CFGD; ainsi il ouvrira la soupape L, pour s'échapper & se mettre en équilibre avec l'air exterieur. (812) Lorsque le piston viendra à remonter, ce qui sera resté d'air se dilatera de nouveau, & la force de son ressort se trouvant au-dessous de la pression de la partie du poids de l'atmosphere, qui agira dans ce moment; le niveau MN de l'eau s'élevera encore de quelques pouces, & continuant à faire jouer le piston, il arrivera enfin qu'elle le suivra immédiatement.

PLAN. 3. FIG. 4.

Voilà ce qui a fait dire à M. Parent, que plus le tuyau d'aspiration seroit au-dessous de sa hauteur naturelle, & plus la pompe seroit parfaite; (911) cependant comme il est inutile de le diminuer plus qu'il ne faut, examinons à quoi doit aller cette diminution, afin que l'eau étant parvenue à la soupape E, puisse monter au premier coup de piston à une hauteur déterminée MN dans le corps de pompe.

*Regle pour diminuer la hauteur du tuyau d'aspiration, pour que l'eau puisse monter dans le corps de pompe à une hauteur donnée.*

929. Le trou du piston devant faire partie de l'espace superflu, puisqu'il en augmente le volume, nous supposerons que son diametre HI est de 3 pouces, de même que celui du tuyau d'aspiration, que la hauteur IK est de 4, le diametre du corps de pompe de 9, la hauteur GD du vuide de 8, & celle du jeu du piston de 24. Cela posé, réduisant la grosseur du corps de pompe à celle du tuyau d'aspiration, on trouvera 18 pieds pour le jeu du piston, & 6 pour le vuide, à quoi ajoutant 4 pouces pour la hauteur du trou K, nous aurons $a = 31$, $b = 18$, & $c = 6\frac{1}{3}$; & l'on trouvera suivant la formule $\frac{ab}{b+c} = x$, que la hauteur naturelle du tuyau d'aspiration doit être de 22 pieds 6 pouces.

Présentement si l'on veut que l'eau monte à la hauteur MN de 4 pouces au premier coup de piston que l'on donnera immédiatement après qu'elle aura atteint la soupape E: Je considere que le tuyau d'aspiration étant supposé de 22 pieds $\frac{1}{2}$, il reste 8 pieds $\frac{1}{2}$ pour la colonne d'eau qui est en équilibre avec l'air de l'espace superflu, après s'être dilaté dans le corps de pompe, & que cet air se trouvant resserré dans l'espace MABN, aura plus de force de

de ressort qu'il n'avoit étant répandu dans l'espace CABD, dans la raison inverse de la diminution de son volume, (812, 813) c'est-à-dire, comme 21 $\frac{2}{3}$ est à 24 $\frac{1}{3}$, parce que l'espace CMND étant réduit à la grosseur du tuyau d'aspiration, donne 3 pieds, au lieu de 4 pouces pour la hauteur NB, qu'il a fallu retrancher de 24 pieds $\frac{1}{3}$; ainsi multipliant 24 pieds $\frac{1}{3}$ par 8 $\frac{1}{2}$, & divisant le produit par 21 $\frac{2}{3}$, l'on trouvera à peu près 9 pieds 9 pouces pour la hauteur de la colonne d'eau équivalente à la partie du poids de l'atmosphere, qui doit faire monter l'eau à la hauteur donnée, qui étant retranchée de 31 pieds, reste 21 pieds 3 pouces pour la hauteur du tuyau d'aspiration; alors on sera assuré qu'en continuant de pomper, l'eau suivra le piston, comme on l'a expliqué dans l'article 790.

930. Je reviens à l'examen des Problêmes de M. Parent; dans le second on donne le jeu du piston & la hauteur de l'aspirant, on demande de trouver celle du vuide; pour cela nous servant de la même formule $\frac{ab}{b+c}=x$, nous nommerons $p$ l'aspirant, & $y$ la hauteur du vuide; ainsi mettant $p$, à la place de $x$, & $y$ à la place de $c$, l'on aura $\frac{ab}{b+y}=p$, ou $\frac{ab-pb}{p}=y$, qui indique le même calcul que celui de ce problême, puisqu'il faut soustraire l'aspirant $p$, de $a$, poids de l'atmosphere, multiplier la différence par le jeu du piston, & diviser le produit par l'aspirant, pour avoir un quotient qui exprimera la hauteur du vuide.

*Solution du second Problême, avec la circonstance de l'art. 928.*

931. Dans le troisiéme Problême, on demande le jeu du piston, moyennant la connoissance de l'aspirant & du vuide; mettant dans la formule $y$, à la place de $b$, l'on aura $\frac{ay}{y+c}=p$, qui donne $\frac{pc}{a-p}=y$; c'est-à-dire, qu'il faut multiplier l'aspirant par le vuide, & diviser le produit par la différence de 31, à la hauteur de l'aspirant.

*Solution du troisiéme Problême, avec la circonstance de l'art. 928.*

932. A l'égard du second cas, il paroît d'abord renfermer une contradiction, puisqu'il est naturel de penser, que moins le tuyau d'aspiration aura de hauteur, par rapport à la somme du jeu du piston & du vuide, & plus la pompe sera parfaite; cependant il faut faire attention, qu'après avoir trouvé la hauteur de l'aspirant, & l'ayant diminué pour que l'eau puisse passer dans le corps de pompe, il pourroit bien arriver encore qu'elle s'arrêteroit en chemin sans jamais parvenir jusqu'au piston, quoique l'on continue à le

*Raison pour laquelle M. Parent change de Méthode, lorsque la hauteur du tuyau d'aspiration, est moindre que la somme du*

*vuide & du jeu du piston.*

faire jouer ; car si l'espace vuide excéde le jeu du piston, l'air renfermé dans la pompe ne se dilatant que médiocrement, il lui restera assez de ressort pour arrêter l'eau en chemin ; & cet inconvénient sera d'autant plus à craindre que le jeu du piston sera petit par rapport à l'espace vuide ; mais lorsqu'il arrive le contraire, il importe peu que la somme du jeu du piston & du vuide surpasse la hauteur de l'aspirant.

PLAN. 3. FIG. 4. Quand l'eau est parvenue dans le corps de pompe à une certaine hauteur MN, & que l'on continue à faire jouer le piston pour la faire monter plus haut, la soupape E n'a pas plus d'avantage placée où elle est, que si elle étoit posée au bas du tuyau d'aspiration, comme dans la figure cinquiéme, parce que l'air naturel renfermé dans l'espace MFGN, s'appuye immédiatement sur l'eau, & alors la pompe tombe précisement dans le cas de tout ce que nous avons dit au sujet de la figure cinquiéme ; c'est pourquoi l'on peut supposer que la soupape E est placée à l'extrémité ST, du tuyau d'aspiration. PLAN. 3.

*Analyse du calcul que fait M. Parent, lorsque la hauteur du tuyau d'aspiration est moindre que la somme du vuide & du jeu du piston.*

933. Si l'on réduit le diametre du corps de pompe à celui du tuyau d'aspiration, il n'y aura plus de distinction à faire entre ce tuyau & le vuide du corps de pompe, puisqu'on fait abstraction de la soupape qui les séparoit ; c'est pourquoi il faut considerer le vuide, comme faisant partie du tuyau d'aspiration, & supposer que leur somme est indéterminée ; ainsi nous la nommerons $z$, pour résoudre le second cas du premier Problême, d'où dépend celui des autres suivants ; d'autre part nous nommerons encore $c$, le jeu du piston, & $x$, la hauteur où l'eau pourra s'élever par aspiration. Or selon ce qui a été dit, article 916, l'on aura cette proportion $a-x$, $a :: z-x$, $z+c-x$, qui donne $xx-zx-cx+ac=0$, après la réduction, ou $xx-zx-cx=-ac$ ; & ajoutant de part & d'autre le quarré de la moitié du coéficient $z+c$, l'on aura $xx-zx-cx+\frac{\overline{z+c}^2}{2}=\frac{\overline{z+c}^2}{2}-ac$, ou $x=\frac{z+c}{2}-\sqrt{\frac{\overline{z+c}^2}{2}-ac}$.

Pour connoître la hauteur du tuyau d'aspiration, & jusqu'où l'eau pourra y monter, considerez que selon la nature de l'équation précédente, si $\frac{\overline{z+c}^2}{2}$ surpasse $ac$, la différence étant positive, il faudra après en avoir extrait la racine, la soustraire de $\frac{z+c}{2}$, parce

que le signe radical est précédé de —; & au contraire si $ac$ est plus grand que $\overline{\frac{z+c}{2}}^2$, la différence étant négative, il faudra ajouter sa racine à $\frac{z+c}{2}$; mais dans ces deux cas, il n'y a que le premier de possible, parce que dans le second, la différence ne peut donner qu'une racine imaginaire; nous ne considererons donc que ce qui doit arriver dans le premier.

Remarquez que dans un sens $x$, croît selon que $z + c$ augmente, & que dans un autre, il peut arriver le contraire; car plus $\overline{\frac{z+c}{2}}^2$ surpassera $ac$, & plus la racine quarrée de la différence sera grande; & comme il faut soustraire cette racine de $\frac{z+c}{2}$, cela ne se peut sans diminuer la grandeur $x$; il est vrai que $\frac{z+c}{2}$ augmentera, à mesure que la différence des deux termes qui sont sous le signe croîtra; mais comme les racines des petites quantités sont plus grandes à proportion que celles des autres quantités qui les surpassent, il s'ensuit que $x$ perdra plus par la soustraction qu'il faut faire, qu'elle ne gagnera par l'accroissement de $\frac{z+c}{2}$, & qu'elle perdra d'autant plus que $\overline{\frac{z+c}{2}}^2$ surpassera $ac$; d'un autre côté si $\overline{\frac{z+c}{2}}^2$ devient en diminuant moindre que $ac$, la grandeur $x$ deviendra imaginaire; mais il y a un milieu, c'est qu'en évitant le second cas, la différence des deux termes sous le signe, soit la plus petite qu'il est possible; & cela arrive lorsque ces deux termes sont égaux, parce que se détruisant, le signe radical s'évanouit, alors il naît un troisiéme cas qui renferme ce que l'on demande, & d'où l'on tire les remarques suivantes.

934. Lorsque $\overline{\frac{z+c}{2}}^2$ est égal à $ac$, il arrive qu'en extrayant la racine quarrée des deux membres de cette équation, l'on a $\frac{z+c}{2} = \sqrt{ac}$ qui fait voir que la moitié de la somme des hauteurs du jeu du piston & du tuyau d'aspiration, ou si l'on aime mieux la moitié de la somme des hauteurs du jeu du piston, du vuide & de l'aspirant, est moyenne proportionnelle entre le jeu du piston & la hauteur

*Une Pompe est parfaite lorsque la moitié de la somme du jeu du piston, du vuide & du tuyau d'aspiration, est*

*moyenne proportionnelle entre le jeu du piston & la hauteur de la colonne d'eau équivalente au poids de l'atmosphere.*

de la colonne d'eau équivalente au poids de l'atmosphere, ou ce qui revient au même, la somme des hauteurs du jeu du piston, du vuide & de l'aspirant, est égale au double de la racine quarrée du produit du jeu du piston, multiplié par le poids de l'atmosphere, puisqu'en faisant évanouir la fraction, il vient $z+c=2\sqrt{ac}$.

*Autre conséquence essentielle tirée de la formule générale de l'art. précédent.*

935. L'on remarquera aussi que quand le signe radical s'évanouit, il reste $x=\frac{z+c}{2}$, qui fait voir que l'eau montera dans la pompe à une hauteur égale à la moitié de la somme du tuyau d'aspiration, du vuide & du jeu du piston; que par conséquent si le tuyau d'aspiration est moindre que la moitié de cette somme, c'est-à-dire au-dessous de la valeur du jeu du piston & du vuide pris ensemble; l'on est sûr que l'eau passera dans le corps de pompe, & que diminuant un peu la hauteur naturelle de l'aspirant, elle parviendra jusqu'au piston.

*Application de la formule, à la solution du second cas du premier problême de M. Parent.*

936. Voilà deux remarques sur lesquelles les calculs de M. Parent sont fondés, qui ont tous pour objet de faire ensorte, lorsque le jeu du piston, joint à la hauteur du vuide, surpasse l'aspirant, que la somme des hauteurs réduites des trois parties d'une pompe, soit toujours égale au double de la racine du produit du jeu du piston par le poids de l'atmosphere; parce qu'ainsi ayant la somme de ces trois termes, & deux en particulier, il n'y a pas de difficulté de connoître l'autre, comme nous l'allons faire voir en appliquant l'équation $z+c=2\sqrt{ac}$ aux Problêmes en question. (919) Pour avoir une formule qui quadre encore mieux avec ces Problêmes, nous supposerons que $b$, exprime la hauteur du vuide, & $p$, celle de l'aspirant, alors nous aurons $b+p=z$; par conséquent $c+b+p=2\sqrt{ac}$, qui renferme les trois parties de la pompe. J'ajouterai que si l'on fait disparoître le signe radical de l'équation $x=\frac{z+c}{2}-\sqrt{\overline{\frac{z+c}{2}}^2-ac}$, sans avoir égard à aucune supposition, il viendra $xz-xx+cx-ac=0$, qui est une équation à l'hyperbole par rapport à ses assymptotes, dont faisant la construction, l'on y trouvera les mêmes conséquences que celles que je viens d'expliquer dans les articles 933, 934, 935.

Dans le second cas du premier Problême, voulant connoître la hauteur de l'aspirant, il n'y a qu'à mettre dans la formule précedente $x$ à la place de $p$, & l'on aura $x=2\sqrt{ac}-c-b$, qui indique le même calcul que celui de M. Parent; (919) car ici il faut multiplier le poids de l'atmosphere par le jeu du piston, extraire

la racine quarrée du produit, doubler cette racine, & du double soustraire la somme des hauteurs du jeu du piston & du vuide, la différence sera ce que l'on cherche.

937. A l'égard du second Problême, où l'on demande la hauteur de l'espace vuide; mettant dans la formule $x$ à la place de $b$, il vient $x = 2\sqrt{ac} - c - p$, qui répond aussi au calcul numérique du second cas de ce Problême, (920) qui est de multiplier encore le poids de l'atmosphere par le jeu du piston, extraire la racine quarrée du produit, du double de cette racine en soustraire la somme des hauteurs du jeu du piston & de l'aspirant, pour avoir la différence qui donnera ce que l'on demande.

*Application de la même formule, au second cas du second Problême.*

938. Comme il est question dans le troisiéme Problême de chercher le jeu du piston, nous mettrons dans la formule $x$ à la place de $c$, pour avoir $x + b + p = 2\sqrt{ax}$, & supposant $b + p = n$, l'on aura en quarrant les deux membres de la formule, $xx + 2nx + nn = 4ax$, ou bien $xx + 2nx - 4ax = -nn$; & supposant encore $2n - 4a = -2d$, l'on aura $xx - 2dx = -nn$, ou $xx - 2dx + dd = dd - nn$, ou enfin $x = d + \sqrt{dd - nn}$, & $x = d - \sqrt{dd - nn}$, pour les deux racines de cette équation. Or si l'on prend les mêmes nombre que ceux du Problême, (921) l'on aura $n = 24\frac{4}{5}$, & $d = 39\frac{1}{5}$, ou $nn = 615\frac{1}{25}$, & $dd = 1536\frac{16}{25}$, dont la différence est $921\frac{3}{5}$, qui a pour racine quarrée $30 + \frac{2}{5}$, laquelle étant retranchée & ajoutée à la valeur de $d$, c'est-à-dire à $39\frac{1}{5}$, il vient $8\frac{4}{5}$, & $69\frac{3}{5}$ pour la valeur des deux racines, qui sont les mêmes nombres que ceux qu'a trouvés M. Parent. L'on remarquera qu'il n'y a que la premiere $8\frac{4}{5}$ qui soit la véritable, c'est-à-dire qui détermine la hauteur naturelle du jeu du piston, & que c'est assez mal-à-propos que cet Auteur dit qu'il faut prendre entre $8\frac{4}{5}$ & $69\frac{3}{5}$, un nombre à plaisir comme 30 pour le jeu du piston; il est bien vrai qu'on ne fera pas mal de lui en donner un peu plus que la regle ne l'indique; mais on est pas le maître d'augmenter le jeu d'un piston autant qu'on le veut, puisqu'il est assujetti aux parties de la machine qui lui donnent le mouvement. Au reste, pour être convaincu que $8\frac{4}{5}$ répond à la formule $c + b + p = 2\sqrt{ac}$, on n'a qu'à multiplier $8\frac{4}{5}$ par 32, extraire la racine quarrée du produit & la doubler, l'on aura un nombre égal autant qu'il peut l'être, à la somme des hauteurs des trois parties de la pompe.

*Application de la même formule, au second cas du troisiéme Problême.*

939. Il semble qu'avant de parler des Problêmes précédens, j'aurois dû insinuer pourquoi l'on ne peut se dispenser de faire des pompes qui comprennent un espace vuide d'une capacité déterminée; mais j'ai crû que cela n'étoit pas nécessaire, puisqu'on a

*Pourquoi l'on ne peut se dispenser dans bien des occa-*

*sions de faire des pompes qui comprennent un espace superflu.*

PLAN. 1. & 2.

dû s'appercevoir que cet espace étoit indispensable aux pompes aspirantes & refoulantes, comme sont celles des figures 6, 7, 13, 15, 20, 25, dans lesquelles le tuyau montant, ou celui d'aspiration, communiquant au corps de pompe par le côté, empêchent que le piston ne puisse descendre jusqu'au fond, autrement l'on tomberoit dans l'inconvénient que nous avons remarqué article 884; l'on sera seulement attention, que pour déterminer cet espace on doit observer trois choses. La premiere, que voulant par exemple unir un tuyau montant au corps de pompe de la quatriéme figure, il faut que le diametre GN, de la branche GNZY, soit égal à celui du corps de pompe: (897) la seconde, que cette branche approche le plus près qu'il sera possible du fonds du corps de pompe: (884) la troisiéme, faire ensorte de ne lui donner que le moins d'étendue que l'on pourra, parce que sa capacité depuis GN jusqu'à la soupape qui soutient l'eau dans le tuyau montant, fait partie du vuide; (915) c'est pourquoi quand l'on veut faire quelques-uns des calculs précédens, l'on divise l'espace CFGYZND, ou tout autre, par le quarré du diametre de l'aspirant, & le quotient donne un nombre qui exprime la hauteur du vuide, l'on en fait de même pour avoir celle du jeu du piston: la branche dont nous parlons n'étant qu'ébauchée, l'on pourra en sa place considerer celle de la septiéme figure.

PLAN. 3.

*Maxime générale sur les tuyaux d'aspiration qui sont coudes, ou qui reposent sur des plans inclinés.*

940. Il arrive assez souvent que les tuyaux d'aspiration ne sont pas droits, pouvant ramper le long d'un plan incliné, être coudés, & même aller en serpentant, pour être conduits à l'endroit où ils doivent tremper dans l'eau; mais de quelque maniere qu'ils soient disposés, leur hauteur ne doit être considerée que par celle du piston au-dessus des plus basses eaux; (360) & lorsqu'elle sera bien proportionnée, l'eau montera de même que si ces tuyaux étoient droits; la seule différence, c'est qu'ayant plus de volume, on mettra plus de tems à expulser l'air.

*Erreur ou sont la plûpart des Ouvriers & Machinistes, sur l'elevation de l'eau, dans les Pompes aspirantes.*

941. Ceux qui ignorent la mécanique de l'air, s'imaginent que pour faire monter l'eau dans une pompe aspirante, il suffit d'en introduire dedans pour remplir le tuyau d'aspiration & l'espace vuide, & qu'ensuite on n'a plus qu'à remettre le piston & faire jouer la machine, sans avoir égard à toutes les considérations dont j'ay parlé; ils croyent même qu'il n'est pas possible qu'elle s'y éleve jamais, sans s'y prendre ainsi, parce qu'en ayant fait l'essai, l'eau n'a point paru après un certain tems, ce qui les a fait conclure qu'elle ne monteroit point du tout; mais s'ils avoient eu plus de patience, ils auroient vû le contraire. Je conviens que quand la

jeu du piston est médiocre, & qu'il est élevé autant qu'il peut l'être au-dessus de la source, l'air est long-tems à s'évacuer, & qu'il faudra peut-être 5 ou 600 coups de piston avant que l'eau le suive; cependant à la fin cela arrive, à moins que la pompe n'ait pas été faite selon les regles précédentes, & que l'eau ne se soit arrêtée en chemin. Mais je veux que toutes les fois qu'on aura été obligé de mettre la pompe à sec pour renouveller les cuirs des pistons, celui des soupapes, ou reparer quelqu'autre deffaut, on la remplisse pour une plus prompte éxécution, lorsqu'on voudra la faire agir; cela n'est pas toujours aussi aisé qu'on pourroit se l'imaginer, car il faudra fermer le tuyau d'aspiration par le bout inferieur au-dessous des plus basses eaux de la source, autrement à mesure que l'on en verseroit elle se perdroit. Or si ce tuyau est plongé dans une riviere sujette à grossir, & que son extrêmité se trouve quelquefois à 10 ou 12 pieds au-dessous de la surface, comment l'aller fermer toutes les fois que l'on sera obligé de faire cette manœuvre; tout cela ne se fera point sans beaucoup de sujettion, à moins que l'on n'y mette une seconde soupape; mais on aura toujours la difficulté de maintenir levée celle du corps de pompe, pour que l'eau que l'on veut verser puisse descendre, au lieu qu'en suivant les regles, on prévient tous ces inconvéniens.

*Examen d'une pompe que M. Parent propose comme parfaite.*

942. M. Parent parle dans le Livre que j'ai cité (918) page 63, d'une pompe qu'il nomme parfaite, dans laquelle il dit que le vuide est nul, quoiqu'elle soit aspirante & refoulante, comme la sixiéme figure, que j'ai vû exécutée chez un Fondeur à Paris; l'on suppose que le piston peut descendre jusqu'à la soupape inferieure, que venant à remonter, il aspire l'eau d'une part, & la refoule de l'autre dans le tuyau montant LZ, enté avec le corps de pompe par le moyen de la communication BGHC, servant aussi à loger le piston; mais cette pompe a trois inconvéniens. Le premier, c'est qu'il n'est gueres possible d'élever l'eau à une hauteur considérable, à cause de la longueur qu'il faudroit donner à la tige du piston, qui deviendroit fort incommode par elle-même, & par le poids dont elle chargeroit la puissance, & que d'ailleurs on est assujetti à élever l'eau perpendiculairement. Le second, c'est que toutes les fois qu'il faudra reparer la soupape inferieure, ou renouveller les rondelles de cuir qui se trouvent dans la jonction du corps de pompe & de l'aspirant; il faudra démonter tous les tuyaux montans: enfin le troisiéme, c'est que faisant le tuyau LZ plus étroit que le corps de pompe, la puissance n'en sera pas moins chargée d'une colonne d'eau qu auroit pour base le cercle

PLAN. 3.
FIG. 6.

du piston, & pour hauteur celle du reservoir au-dessus de la source, selon l'article 903, de même que si le tuyau étoit uniforme, comme EFKI, & même de quelque chose de plus, parce que l'eau sera obligée de monter plus vite dans ce tuyau, qu'elle ne feroit si elle n'étoit point étranglée ; il est vrai qu'on peut éviter ce dernier inconvénient, en faisant le tuyau plus gros. Je ne chicane pas sur le terme de *nul* dont se sert M. Parent, à l'occasion du vuide dont il croit cette pompe exempte, quoique cela ne soit point à la rigueur, puisqu'il ne peut annuller ce qui est causé par le trou du piston.

FIG. 7.

*Description d'une pompe qui n'a d'autre espace superflu, que le vuide causé par le trou du piston.*

943. La figure septiéme représente une pompe dans le goût de la précédente, mais qui n'en a pas les inconvéniens ; le tuyau d'aspiration VX est uni comme à l'ordinaire à un corps de pompe ABCD, au fond duquel est une soupape T : ce corps de pompe qui est accompagné de brides, à son entrée est fermé d'une plaque de fonte MN ; dans le milieu est un collet de même métal, à travers lequel passe la verge QR du piston S ; cette verge glisse contre plusieurs rondelles de cuir OP, couvertes d'un anneau, le tout estreint avec le collet : par ce moyen le piston joue sans que l'eau puisse sortir par l'entrée de la pompe, ou s'il y en passe, c'est en si petite quantité qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

La branche FAEGH, qui répond au tuyau montant IK, se trouve ici vers le sommet du corps de pompe, au lieu d'être au bas, afin d'éviter l'espace vuide : quand au piston, il n'a rien de commun avec ceux des pompes précédentes : pour en bien juger, il en faut voir la description dans les articles 955, 956 ; ainsi supposant qu'on les ait lûes, en voici le jeu.

L'eau étant parvenue par aspiration dans le corps de pompe, quand le piston vient à descendre, les deux clapets dont il est couvert s'ouvrent, & l'eau passe au travers, tant qu'il soit arrivé jusqu'à la soupape T : lorsqu'il remonte, les clapets se referment, & l'eau n'ayant d'autre débouché que par le trou AE est refoulée dans le tuyau montant, comme à l'ordinaire ; sur quoi il est à remarquer que le piston est toujours entre deux eaux, parce que toutes les fois qu'il descend, celle qui se trouve dans la branche GA, & dans la partie EB du corps de pompe descend avec lui ; ainsi l'air ne peut jamais s'introduire par le piston dans le corps de pompe, ce qui est un avantage essentiel.

## *Sur l'épaiſſeur qu'il faut donner aux Corps de Pompe, & aux Tuyaux de Cuivre & de Plomb.*

L'épaiſſeur qu'il convient de donner aux corps de pompe & aux tuyaux, eſt encore une recherche très-importante ; à moins que l'on n'ait quelques regles ſûres, il pourra arriver qu'on les fera trop épais, par conſéquent chargés d'une quantité de métal ſuperflu, ou trop foibles, ce qui mettra la machine en danger d'échouer, comme cela eſt arrivé pluſieurs fois. M. Parent eſt le premier qui ait examiné ce ſujet en Géométre, dans les Mémoires de l'Academie Royale des Sciences de 1707, mais j'ai ſuivi une route un peu différente de la ſienne pour me rendre plus intelligible.

*Le plus grand effort de l'eau dans un tuyau vertical ou incliné, ſe fait vers le bas du même tuyau.*

944. Si l'on ſe rappelle ce qui a été dit ſur la pouſſée de l'eau, (361) on concevra aiſément qu'ayant un tuyau AB ſitué verticalement, & rempli d'eau, il pourroit être tellement chargé qu'il creveroit par le bas, c'eſt-à-dire qu'il ſe feroit une fente verticale FG à ſa ſurface cylindrique ; ce qui arrivera par le bas, parce que l'effort de l'eau y agit plus puiſſamment que dans tout autre endroit ; ainſi faiſant abſtraction du poids que ſoutient la baſe, il eſt queſtion de ſçavoir quel eſt l'effort qui déchire le tuyau, quelle en eſt la meſure, & quelle épaiſſeur il doit avoir pour y réſiſter.

PLAN. 3. FIG. 13.

*L'eau pour crever un tuyau agit toujours ſur deux quarts de cercle contigus, qu'elle tend à ſéparer ſelon des directions paralleles au diametre.*

945. Ayant tiré les diametres AC & FD, qui ſe coupent à angles droits, il eſt évident que l'eau qui répondra aux deux quarts de cercle AF & FC, agira en ſens contraire ſelon les directions IH & IK, paralleles au diametre AC pour les ſeparer, en déchirant le tuyau de F en G, & qu'il pourra arriver la même choſe aux quarts de cercle oppoſés AD & DC, qui tendront auſſi à ſe ſéparer au point D, & à tous les autres quarts de cercle, pris à tel endroit que l'on voudra de la circonférence : cela poſé, nous regarderons le cercle exprimé par la figure douziéme, comme la baſe du cylindre, dont la circonférence tiendra lieu de la ſurface en faiſant abſtraction de ſa hauteur dont on peut ſe paſſer préſentement.

PLAN. 3. FIG. 12.

Si la baſe du tuyau étoit un dodecagone régulier, on auroit au lieu d'un cylindre un priſme, dont les côtés FS, SX, XC, inſcrits dans le quart de cercle FC, pourroient être pris pour trois faces du priſme. Selon cette ſuppoſition, l'eau qui appuyera contre la face FS, agira perpendiculairement pour l'éloigner du centre E, avec une force qu'on pourra exprimer par la longueur FS de cette face. Si du point S, l'on abbaiſſe la perpendiculaire

SR sur le demi-diametre EF, la force précedente sera composée de deux autres FR & RS, selon le principe général de la Mécanique; (20) la premiere FR poussera la face FS, selon une direction parallele au diametre AC; d'où il suit que l'action perpendiculaire de l'eau est à l'effort qu'elle fait pour séparer la face FS, du point F, comme FS est à FR. (380, 381)

Ce que nous venons de dire de l'action de l'eau contre la premiere face FS, conviendra aussi aux deux autres SX & XC; car si l'on tire la ligne XV parallele au diametre AC, & que l'on abbaisse les perpendiculaires ST & XY, la force absolue de l'eau, contre la seconde & la troisiéme face, sera partagée en deux autres ST, TX pour la seconde face, & XY, YC pour la troisiéme; il arrivera alors, que l'action perpendiculaire de l'eau sur les trois faces, sera à l'effort qui les pousse selon la direction parallele au diametre AC, comme FS+SX+XC est à FR+ST+XY, ou FR+RV+VE=FE: la somme des puissances exprimées par les lignes RS, TX, YC, étant aussi égale au rayon; l'on voit qu'agissant selon des directions paralleles au diametre FD, l'on aura encore la même proportion pour l'effort que l'eau fait dans ce sens.

Si l'on considere un cercle comme un Poligone d'une infinité de côtés, l'on pourra dire que *l'effort perpendiculaire de l'eau contre tout le quart de cercle, est à l'effort qui déchire, comme la somme de tous les côtés infiniment petits, pris depuis F jusqu'en C*, (c'est-à-dire le quart de cercle même) *est au rayon*. Comme il en arrivera autant au quart de cercle FA, l'effort qui se sera de part & d'autre pour déchirer le tuyau au point F, sera dans le même cas, que si deux puissances P & Q agissoient en sens contraire, pour séparer les deux quarts de cercle, selon des directions paralleles au diametre AC.

*L'effort absolu de l'eau qui agit sur toute la surface d'un tuyau, est à l'effort qui tend à le déchirer, comme la circonférence d'un cercle est à son rayon.*

946. L'effort perpendiculaire de l'eau pris en son entier, agissant sur toute la circonférence du tuyau, & celui qui déchire n'agissant que sur un point que l'on peut prendre indifféremment à tel endroit que l'on voudra; il s'ensuit que *l'effort perpendiculaire de l'eau qui agit sur la surface du tuyau, est à l'effort qui tend à le déchirer, comme la circonférence du même tuyau est au rayon, ou comme 6 est à 1*, en supposant la circonférence sextuple du rayon.

*Expérience faite sur la*

947. En suivant cette théorie, il est aisé d'exprimer géométriquement l'effort par lequel l'eau creve un tuyau; mais pour en faire l'application, il faut être prevenu de quelque expérience. On sçait qu'un tuyau de plomb de 12 pouces de diametre & de 60

pieds de hauteur, doit avoir 6 lignes d'épaisseur pour soutenir verticalement sans crever l'effort de l'eau : l'on sçait encore qu'un tuyau de cuivre aussi de 12 pouces de diametre & de 60 pieds de hauteur, doit avoir deux lignes d'épaisseur pour soutenir de même l'effort de l'eau dont il est rempli ; d'où il suit que les tuyaux de cuivre ont une force triple de ceux de plomb, toutes choses d'ailleurs égales, ce qui s'accorde assez bien avec celles que M. Parent cite.

*résistance des tuyaux de plomb & de cuivre pleins d'eau*

Cela posé, je nomme $h$, la hauteur du tuyau tiré de l'expérience ; $r$, son rayon ; $c$, sa circonférence ; & $n$, son épaisseur ; l'on aura $hn$, pour la surface de rupture, & $hc$ pour la surface du tuyau qui étant multipliée par la moitié de la hauteur de l'eau, (374) l'on aura $\frac{chh}{2}$ qui exprime l'effort perpendiculaire de l'eau contre la surface du tuyau ; pour connoître celui qui tend à le crever, l'on fera cette proportion, $c, r :: \frac{chh}{2}, \frac{hhr}{2}$, c'est-à-dire comme la circonférence est au rayon ; ainsi l'effort perpendiculaire est à celui qui agit sur la surface de rupture $hn$. (946)

L'on voit que les deux termes $hn$ & $\frac{hhr}{2}$ vont devenir communs à toutes les proportions qu'on voudra faire pour trouver les épaisseurs des tuyaux de toutes sortes de grandeurs, pourvû qu'on les fasse de même métal que celui de l'expérience : par exemple, si l'on a un tuyau dont la hauteur soit nommée $p$, son rayon $q$, sa circonférence $t$, & son épaisseur $x$ ; la surface de rupture sera $px$, & l'effort perpendiculaire de l'eau sera $\frac{ppt}{2}$.

948. Pour avoir l'effort qui tend à déchirer ce tuyau, l'on aura encore $t, q :: \frac{ppt}{2}, \frac{ppq}{2}$, dont le quatriéme terme $\frac{ppq}{2}$, donne ce qu'on demande ; l'on peut donc former cette analogie, comme la surface de rupture $hn$ du tuyau d'expérience, est à l'effort $\frac{hhr}{2}$ qu'elle soutient ; ainsi la surface de rupture $px$, du tuyau dont il s'agit, est à l'effort $\frac{ppq}{2}$ qu'elle doit soutenir ; d'où l'on tire cette équation $\frac{hhrpx}{2} = \frac{ppqhn}{2}$, ou après la réduction, $x = \frac{pqn}{hr}$, qui est une formule générale & très-simple, pour trouver l'épaisseur de tel tuyau qu'on voudra.

*Formule générale pour trouver l'épaisseur qu'il convient de donner aux tuyaux selon leur hauteur & leur diametre.*

L'équation précédente fournit trois conséquences auſquelles l'on peut réduire tout ce qu'on vient de voir. La premiere, que *deux tuyaux ſoutiendront également l'effort de l'eau qui tend à les crever, ſi leurs épaiſſeurs ſont dans la raiſon compoſée de leur diametre & de leur hauteur;* c'eſt-à-dire, ſi l'épaiſſeur du premier tuyau eſt à celle du ſecond, comme le produit du diametre du premier par ſa hauteur, eſt au produit du diametre du ſecond par la ſienne; car $x = \frac{pqn}{hr}$, donne $2hr$, $2pq :: n, x$, en multipliant les deux premiers termes par 2, pour avoir les diametres au lieu des rayons.

La ſeconde, *que les tuyaux qui ont la même hauteur, doivent avoir leur épaiſſeur dans la raiſon de leurs diametres;* car prenant $h$ pour la hauteur commune; l'on aura $2rh$, $2qh :: n, x$, ou $2r$, $2q :: n, x$.

La troiſiéme, *que les tuyaux qui ont le même diametre, & des hauteurs differentes, doivent avoir leurs épaiſſeurs dans la raiſon de leurs hauteurs*, puiſque prenant $2r$ pour le diametre commun, l'on aura $2rh$, $2rp :: n, x$, ou $h, p :: n, x$.

*Application de la formule generale à quelques exemples.*

949. Pour appliquer la premiere regle à quelques exemples, nous chercherons l'épaiſſeur qu'il faut donner à un tuyau de plomb, qui auroit 90 pieds de hauteur, & 10 pouces de diametre : pour cela il faut avoir recours au tuyau de plomb tiré de l'expérience (947) qui a 60 pieds de hauteur, 12 pouces de diametre, & 6 lignes d'épaiſſeur; & nommant $x$ l'épaiſſeur que l'on cherche, l'on aura 60 pieds × 12 pouces, 90 pieds × 10 pouces : : 6 lignes, $x$ lignes, dont le quatriéme terme $x$ eſt de 7 lignes & $\frac{1}{2}$ pour l'épaiſſeur que l'on cherche.

*Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner à un corps de pompe dont on connoît le diametre & la puiſſance qui refoule l'eau.*

950. Si l'on avoit une pompe refoulante de 8 pouces de diametre, dont la puiſſance qui feroit agir le piſton, fût équivalente à une colonne d'eau de 200 pieds de hauteur, & qu'on voulût ſçavoir l'épaiſſeur qu'il faut donner au corps de pompe que je ſuppoſe de cuivre; il faut avoir recours au tuyau de même métal, tiré de l'expérience, (947) qu'on ſçait avoir 60 pieds de hauteur, 12 pouces de diametre & 2 lignes d'épaiſſeur; nommant $y$, le terme que l'on cherche, l'on aura 60 pieds × 12 pouc. 200 pieds × 8 pouces : : 2 lignes, $y$, qui donne 4 lignes $\frac{4}{9}$ pour l'épaiſſeur que l'on demande, pourvû que la colonne d'eau que ſoutient le piſton puiſſe monter ſans obſtacle, autrement il faudroit avoir égard à l'effort que fait la puiſſance, plûtôt qu'au poids de l'eau. (901)

*Ayant un corps de pompe dont on connoît*

951. Ayant un corps de pompe de 10 pouces de diametre & de 5 lignes d'épaiſſeur, voulant ſçavoir à quelle hauteur il peut refouler l'eau; je nomme $z$, cette hauteur; & me ſervant du tuyau de

cuivre tiré de l'expérience, comme dans l'exemple précedent; je forme cette proportion 60 pieds × 12 pouces, z × 10 pouces : : 2 lignes, 5 lignes; il viendra 60 pieds × 12 pouces × 5 lignes = z, × 10 pouces × 2 lignes, ou $\frac{3600}{20} = z$, qui donne 180 pieds pour la hauteur que l'on demande, en supposant que la puissance qui fera monter l'eau, sera égale au poids de la colonne.

*l'épaisseur & le diametre, trouver à quelle hauteur on pourra refouler l'eau.*

952. Pour faciliter aux Ouvriers le moyen de trouver l'épaisseur des corps de pompe, & celle des tuyaux de plomb & de cuivre; je joins ici deux Tables très-exactes, dont la premiere appartient aux tuyaux de plomb, où l'on trouve l'épaisseur qu'il faut leur donner pour toutes les hauteurs depuis 10 pieds jusqu'à 400: la seconde appartient aux tuyaux de cuivre, qui auroient aussi les mêmes diametres & mêmes hauteurs que les précédens, faisant attention que pour les corps de pompe il faut supposer leur hauteur égale à la colonne d'eau équivalente à la puissance qui fait agir le piston selon les articles 899, 900. Par exemple, si cette colonne étoit de 180 pieds de hauteur, & que le diametre du piston fût de huit pouces, on trouvera dans la seconde Table, que l'épaisseur du corps de pompe doit être de quatre lignes.

*Usage d'une Table pour trouver les épaisseurs qu'il faut donner aux tuyaux de plomb & de cuivre, selon leurs diametres, & leurs hauteurs.*

Il est bon d'être prévenu que dans ces Tables on a supposé la ligne divisée en six points, & non pas en douze, comme on fait ordinairement, pour éviter des parties presque insensibles dont on auroit pû faire usage dans la pratique.

Comme l'on a supposé en calculant ces deux Tables, que la résistance des Tuyaux étoit à peu près en équilibre avec l'action de l'eau qui tend à les rompre, il faut, lorsqu'on en fera usage, augmenter l'épaisseur des Tuyaux & des corps de pompe d'une moitié en sus du nombre indiqué dans la Table; ainsi dans l'exemple précédent il faudroit donner au corps de pompe 6 lignes d'épaisseur au lieu de 4. Cette augmentation est d'autant plus nécessaire, que les corps de pompe ne se font jamais de Cuivre pur, mais de Potain, qui est un métal d'une moindre résistance. On en usera de même pour les Tuyaux de plomb.

Je ne parle point ici des Tuyaux de fer, qu'on employe ordinairement pour conduire l'eau au reservoir, me proposant d'en faire mention dans le quatriéme Livre, au Chapitre de la conduite des eaux.

*TABLE contenant les Epaiſſeurs des Tuyaux de Plomb pour différens Diametres, juſqu'à 20 pouces, & pour des Hauteurs juſqu'à 400 pieds.*

Diametre des Tuyaux en Pouces.

| Plomb. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Hauteurs des Tuyaux de Plomb en Pieds.* | Epaiſſeurs des Tuyaux en Lignes & Points. | | | | | | | | | |
| 10 | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 1 0 | 1 1 | 1 2 | 1 3 | 1 4 |
| 20 | 0 2 | 0 4 | 1 0 | 1 2 | 1 4 | 2 0 | 2 2 | 2 4 | 3 0 | 3 2 |
| 30 | 0 3 | 1 0 | 1 3 | 2 0 | 2 3 | 3 0 | 3 3 | 4 0 | 4 3 | 5 0 |
| 40 | 0 4 | 1 2 | 2 0 | 2 4 | 3 2 | 4 0 | 4 4 | 5 2 | 6 0 | 6 4 |
| 50 | 0 5 | 1 4 | 2 3 | 3 2 | 4 1 | 5 0 | 5 5 | 6 4 | 7 3 | 8 2 |
| 60 | 1 0 | 2 0 | 3 0 | 4 0 | 5 0 | 6 0 | 7 0 | 8 0 | 9 0 | 10 0 |
| 70 | 1 1 | 2 2 | 3 3 | 4 4 | 5 5 | 7 0 | 8 1 | 9 2 | 10 3 | 11 4 |
| 80 | 1 2 | 2 4 | 4 0 | 5 2 | 6 4 | 8 0 | 9 2 | 10 4 | 12 0 | 13 2 |
| 90 | 1 3 | 3 0 | 4 3 | 6 0 | 7 3 | 9 0 | 10 3 | 12 0 | 13 3 | 15 0 |
| 100 | 1 4 | 3 2 | 5 0 | 6 4 | 8 2 | 10 0 | 11 4 | 13 2 | 15 0 | 16 4 |
| 110 | 1 5 | 3 4 | 5 3 | 7 2 | 9 1 | 11 0 | 12 5 | 14 4 | 16 3 | 18 2 |
| 120 | 2 0 | 4 0 | 6 0 | 8 0 | 10 0 | 12 0 | 14 0 | 16 0 | 18 0 | 20 0 |
| 130 | 2 1 | 4 2 | 6 3 | 8 4 | 10 5 | 13 0 | 15 1 | 17 2 | 19 3 | 21 4 |
| 140 | 2 2 | 4 4 | 7 0 | 9 2 | 11 4 | 14 0 | 16 2 | 18 4 | 21 0 | 23 2 |
| 150 | 2 3 | 5 0 | 7 3 | 10 0 | 12 3 | 15 0 | 17 3 | 20 0 | 22 3 | 25 0 |
| 160 | 2 4 | 5 2 | 8 0 | 10 4 | 13 2 | 16 0 | 18 4 | 21 2 | 24 0 | 26 4 |
| 170 | 2 5 | 5 4 | 8 3 | 11 2 | 14 1 | 17 0 | 19 5 | 22 4 | 25 3 | 28 2 |
| 180 | 3 0 | 6 0 | 9 0 | 12 0 | 15 0 | 18 0 | 21 0 | 24 0 | 27 0 | 30 0 |
| 190 | 3 1 | 6 2 | 9 3 | 12 4 | 15 5 | 19 0 | 22 1 | 25 2 | 28 3 | 31 4 |
| 200 | 3 2 | 6 4 | 10 0 | 13 2 | 16 4 | 20 0 | 23 2 | 26 4 | 30 0 | 33 2 |

## *SUITE de la Table pour les Tuyaux de Plomb.*

Diametre des Tuyaux en Pouces.

| Plomb. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Hauteurs des Tuyaux de Plomb en Pieds.* | Epaisseurs des Tuyaux en Lignes & Points. | | | | | | | | | |
| 210 | 3 3 | 7 1 | 10 4 | 14 2 | 17 3 | 21 0 | 24 3 | 28 2 | 31 3 | 35 0 |
| 220 | 3 4 | 7 3 | 11 0 | 15 0 | 18 2 | 22 0 | 25 3 | 29 4 | 33 0 | 36 3 |
| 230 | 3 5 | 7 4 | 11 3 | 15 3 | 19 1 | 23 0 | 27 0 | 30 5 | 34 3 | 38 3 |
| 240 | 4 0 | 8 0 | 12 0 | 16 0 | 20 0 | 24 0 | 28 1 | 32 0 | 36 0 | 40 0 |
| 250 | 4 1 | 8 2 | 12 3 | 16 4 | 20 5 | 25 0 | 29 0 | 33 2 | 37 3 | 41 3 |
| 260 | 4 2 | 8 4 | 13 0 | 17 2 | 21 4 | 26 0 | 30 3 | 34 4 | 39 0 | 43 0 |
| 270 | 4 3 | 9 0 | 13 3 | 18 0 | 22 3 | 27 0 | 31 3 | 36 0 | 40 3 | 44 3 |
| 280 | 4 4 | 9 2 | 14 0 | 18 4 | 23 2 | 28 0 | 32 3 | 37 3 | 42 0 | 46 0 |
| 290 | 5 0 | 9 4 | 14 3 | 19 3 | 24 1 | 29 0 | 34 0 | 38 4 | 43 3 | 47 3 |
| 300 | 5 1 | 10 0 | 15 0 | 20 0 | 25 0 | 30 0 | 35 1 | 40 0 | 45 0 | 49 3 |
| 310 | 5 2 | 10 2 | 15 3 | 20 3 | 26 0 | 31 0 | 36 2 | 41 3 | 46 3 | 51 0 |
| 320 | 5 3 | 10 4 | 16 0 | 21 2 | 27 0 | 32 0 | 37 3 | 42 4 | 48 0 | 52 3 |
| 330 | 5 4 | 12 0 | 16 3 | 22 0 | 28 0 | 33 0 | 38 4 | 44 0 | 49 3 | 54 0 |
| 340 | 5 5 | 12 2 | 17 0 | 22 5 | 29 0 | 34 0 | 39 5 | 45 4 | 51 0 | 55 3 |
| 350 | 6 0 | 11 4 | 17 3 | 23 3 | 30 0 | 35 0 | 41 0 | 46 5 | 52 3 | 57 0 |
| 360 | 6 1 | 12 0 | 18 0 | 24 2 | 30 5 | 36 0 | 42 0 | 48 0 | 54 0 | 59 3 |
| 370 | 6 2 | 12 2 | 18 3 | 25 0 | 31 4 | 37 0 | 43 1 | 49 3 | 55 3 | 61 3 |
| 380 | 6 3 | 12 4 | 19 0 | 25 4 | 32 3 | 38 0 | 44 3 | 50 4 | 57 0 | 63 0 |
| 390 | 6 4 | 13 0 | 19 3 | 26 3 | 33 1 | 39 0 | 45 3 | 52 0 | 58 3 | 54 3 |
| 400 | 6 5 | 13 2 | 20 0 | 27 0 | 34 0 | 40 0 | 46 3 | 53 3 | 60 0 | 66 0 |

*SECONDE TABLE Contenant les Epaiſſeurs des Tuyaux de Cuivre pour différens Diametres, juſqu'à 20 pouces, & pour les Hauteurs juſqu'à 400 pieds.*

Diametre des Tuyaux en Pouces.

| Cuivre. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Hauteurs des Tuyaux de Cuivre en Pieds.* | Epaiſſeurs des Tuyaux en Lignes & Points. | | | | | | | | | |
| 10 | 0 $\frac{1}{3}$ | 0 0$\frac{2}{3}$ | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 2 | 0 2 | 0 3 | 0 3 | 0 3 |
| 20 | 0 1 | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 0 5 | 1 0 | 1 1 |
| 30 | 0 1 | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 1 0 | 1 1 | 1 2 | 1 3 | 1 4 |
| 40 | 0 1 | 0 3 | 0 4 | 0 5 | 1 1 | 1 2 | 1 3 | 1 5 | 2 0 | 2 1 |
| 50 | 0 2 | 0 3 | 0 5 | 1 1 | 1 2 | 1 4 | 2 0 | 2 1 | 2 3 | 2 5 |
| 60 | 0 2 | 0 4 | 1 0 | 1 2 | 1 4 | 2 0 | 2 2 | 2 4 | 3 0 | 3 2 |
| 70 | 0 2 | 0 5 | 1 1 | 1 3 | 2 0 | 2 2 | 2 4 | 3 1 | 3 3 | 3 5 |
| 80 | 0 3 | 0 5 | 1 2 | 1 5 | 2 1 | 2 4 | 3 1 | 3 3 | 4 0 | 4 3 |
| 90 | 0 3 | 1 0 | 1 3 | 2 0 | 2 3 | 3 0 | 3 3 | 4 0 | 4 3 | 5 0 |
| 100 | 0 3 | 1 0 | 1 4 | 2 1 | 2 5 | 3 2 | 3 5 | 4 3 | 5 0 | 5 3 |
| 110 | 0 4 | 1 1 | 1 5 | 2 3 | 3 0 | 3 4 | 4 2 | 4 5 | 5 3 | 6 1 |
| 120 | 0 4 | 1 2 | 2 0 | 2 4 | 3 2 | 4 0 | 4 4 | 5 2 | 6 0 | 6 4 |
| 130 | 0 4 | 1 3 | 2 1 | 2 5 | 3 4 | 4 2 | 5 0 | 5 5 | 6 3 | 7 1 |
| 140 | 0 5 | 1 3 | 2 2 | 3 1 | 4 0 | 4 4 | 5 3 | 6 1 | 7 0 | 7 5 |
| 150 | 0 5 | 1 4 | 2 3 | 3 2 | 4 1 | 5 0 | 5 5 | 6 4 | 7 3 | 8 2 |
| 160 | 1 5 | 1 5 | 2 4 | 3 3 | 4 3 | 5 2 | 6 1 | 7 1 | 8 0 | 8 5 |
| 170 | 1 0 | 1 5 | 2 5 | 3 5 | 4 4 | 5 4 | 6 4 | 7 3 | 8 3 | 9 3 |
| 180 | 1 0 | 2 0 | 3 0 | 4 0 | 5 0 | 6 0 | 7 0 | 8 0 | 9 0 | 10 0 |
| 190 | 1 0 | 2 1 | 3 1 | 4 1 | 5 2 | 6 2 | 7 2 | 8 3 | 9 3 | 10 3 |
| 200 | 1 1 | 2 1 | 3 2 | 4 3 | 5 3 | 6 4 | 7 5 | 8 5 | 10 0 | 11 1 |

SUITE

## *SUITE de la Table pour les Tuyaux de Cuivre.*

Diametre des Tuyaux en Pouces.

| Cuivre. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Hauteurs des Tuyaux de Cuivre en Pieds.* | Epaisseurs des Tuyaux en Lignes & Points. | | | | | | | | | |
| 210 | 1 1 | 2 2 | 3 3 | 4 4 | 5 5 | 7 0 | 8 1 | 9 2 | 10 3 | 11 4 |
| 220 | 1 1 | 2 3 | 3 4 | 4 6 | 6 1 | 7 2 | 8 3 | 9 5 | 11 0 | 12 1 |
| 230 | 1 2 | 2 3 | 3 5 | 5 1 | 6 2 | 7 4 | 9 0 | 10 1 | 11 3 | 12 5 |
| 240 | 1 2 | 2 4 | 4 0 | 5 2 | 6 4 | 8 0 | 9 2 | 10 4 | 12 0 | 13 2 |
| 250 | 1 2 | 2 5 | 4 1 | 5 3 | 7 0 | 8 2 | 9 4 | 11 1 | 12 3 | 13 5 |
| 260 | 1 3 | 2 5 | 4 2 | 5 4 | 7 1 | 8 4 | 10 1 | 11 3 | 13 0 | 14 2 |
| 270 | 1 3 | 3 0 | 4 3 | 6 0 | 7 3 | 9 0 | 10 3 | 12 0 | 13 3 | 14 5 |
| 280 | 1 3 | 3 1 | 4 4 | 6 1 | 7 5 | 9 2 | 10 5 | 12 3 | 14 0 | 15 2 |
| 290 | 1 4 | 3 1 | 4 5 | 6 3 | 8 0 | 9 4 | 11 2 | 12 5 | 14 3 | 16 0 |
| 300 | 1 4 | 3 2 | 5 0 | 6 4 | 8 2 | 10 0 | 11 4 | 13 2 | 15 0 | 16 3 |
| 310 | 1 4 | 3 3 | 5 1 | 6 5 | 8 4 | 10 2 | 12 0 | 13 5 | 15 3 | 17 0 |
| 320 | 1 5 | 3 3 | 5 2 | 7 1 | 8 5 | 10 4 | 12 3 | 14 1 | 16 0 | 17 3 |
| 330 | 1 5 | 3 4 | 5 3 | 7 2 | 9 1 | 11 0 | 12 5 | 14 4 | 16 3 | 18 1 |
| 340 | 1 5 | 3 5 | 5 4 | 7 3 | 9 3 | 11 2 | 13 1 | 15 1 | 17 0 | 18 4 |
| 350 | 2 0 | 3 5 | 5 5 | 7 5 | 9 4 | 11 4 | 13 4 | 15 3 | 17 3 | 19 2 |
| 360 | 2 0 | 4 0 | 6 0 | 8 0 | 10 0 | 12 0 | 14 0 | 16 0 | 18 0 | 19 5 |
| 370 | 2 0 | 4 1 | 6 1 | 8 1 | 10 2 | 12 2 | 14 2 | 16 3 | 18 3 | 20 2 |
| 380 | 2 1 | 4 1 | 6 2 | 8 3 | 10 3 | 12 4 | 14 5 | 16 5 | 19 0 | 21 0 |
| 390 | 2 1 | 4 2 | 6 3 | 8 4 | 10 5 | 13 0 | 15 1 | 17 2 | 19 3 | 21 3 |
| 400 | 2 1 | 4 3 | 6 4 | 8 5 | 11 1 | 13 2 | 15 3 | 17 5 | 20 0 | 22 0 |

## *Sur les Pistons.*

Les pistons dont on se sert communément peuvent se réduire à deux especes, qui sont les pistons percés & les pistons pleins : les uns & les autres se font ordinairement de bois ; & comme on en a donné la description dans les articles 866, 870, je n'en ferai mention présentement que pour en examiner les défauts, afin d'y remédier par une construction plus parfaite.

*La grandeur du trou des pistons percés dépend de la quantité d'eau qui doit y passer dans un tems déterminé & du poids dont le piston est chargé.*

953. Le principal inconvénient des pistons de bois qu'on est obligé de percer, vient du trou qui affoiblit considérablement le barillet, sur tout quand il faut faire ce trou un peu grand, afin que l'eau qui doit y passer, quand le piston descend, puisse monter sans contrainte, autrement il trouveroit une grande résistance s'il avoit 6 pieds de jeu, & qu'il fut obligé de parcourir cet espace en deux secondes de tems, comme à la machine de *Frêne*, proche Condé, rien ne devant être forcé dans les machines, autrement l'on employe sans le sçavoir une partie de l'action du moteur à la destruction de la machine même. (903) Pour ne pas tomber dans ce cas, il faut avoir pour maxime, que lorsqu'un piston percé descend, son propre poids doit suffire pour contraindre l'eau qui est dans le fond du corps de pompe, à passer naturellement au travers du trou, dans le tems qu'il met à descendre. Or comme ce tems est déterminé par la vitesse que doit avoir la machine, relativement à celle du moteur, l'on voit que cela dépend de la quantité d'eau que le piston aspire à chaque relevée, & de la grandeur du passage qu'elle doit traverser.

PLAN. I. FIG. 8.

Pour mieux expliquer ma pensée, supposons que l'on a un corps de pompe AB de 8 pouces de diametre intérieurement, que le jeu du piston est de 6 pieds, & qu'il parcourt cet espace en deux secondes ; il aspirera à chaque relevée environ 74 pintes d'eau, qui devant passer par le trou Z, dans le tems qu'il employera à descendre ; on demande quel est le poids dont il faudroit qu'il fut chargé afin de refouler l'eau, de façon qu'elle passe en deux secondes au travers du trou Z, qu'on suppose de trois pouces de diametre, qui est le plus qu'on puisse lui donner, eu égard à celui du corps de pompe pour ne pas trop affoiblir le barillet. Car l'on sent bien que la quantité d'eau qui passera à travers le piston dans un tems déterminé, doit dépendre de la grandeur du trou, & de la vitesse que lui donnera le poids dont il sera chargé ; (901) c'est pourquoi ce Problême se réduit à sçavoir quelle hauteur

d'eau il faudroit donner à un reservoir percé par le fond d'un trou de trois pouces de diametre, pour qu'il en sorte 74 pintes ou 148 ℔ en deux secondes. (467)

*Déterminer la grandeur du trou d'un piston, connoissant le poids dont il est chargé, & la quantité d'eau qui doit y passer dans un tems déterminé.*

954. Si le piston avec son équipage pesoit moins que la colonne dont il s'agit, il faudroit pour ne rien forcer agrandir le trou Z pour suppléer à la vitesse que l'eau aura de moins, n'étant point refoulée par un poids convenable; pour cela il faut que les superficies des deux trous, & les vitesses de l'eau qui doit y passer composent quatre termes reciproquement proportionnels; mais comme les poids dont nous parlons, peuvent être exprimés par des colonnes d'eau, qui ont pour base le cercle du piston, & que les racines quarrées des hauteurs de ces colonnes expriment les vitesses de l'eau, l'on pourra en leur place prendre les racines quarrées des poids, dont le piston seroit chargé, sans se mettre en peine de leurs natures.

Les deux regles précédentes pouvant avoir leur application dans la construction des pistons, afin de les percer relativement au diametre du corps de pompe, au poids du piston, à son jeu & à sa vitesse, j'ai été bien aise que l'occasion les ait fait naître, pour montrer que rien n'est indifférent quand il est question de bien proportionner les parties d'une pompe. Au reste, l'on peut conclure de tout ceci que les pistons de bois ne sont pas aussi commodes qu'on se l'étoit imaginé, puisqu'on ne peut les percer par un trou d'une grandeur raisonnable, sans risquer de les rendre trop foibles & sujets à des continuelles réparations; c'est pourquoi je vais en décrire un autre beaucoup plus solide.

PLAN. 4.

*Description d'un piston percé, plus solide & plus parfait qu'on ne les construit ordinairement.*

955. Le piston dont je parle est développé par les figures 14, 17, 18, 19, 20, 21 & 22; la quatorziéme représente une boete de cuivre, à peu près semblable à celles qu'on met dans les moïeux des roues, & forme le corps du piston qui a la figure d'un cône tronqué avec un petit rebord CC; la figure dix-huitiéme en fait voir le profil, & la dix-neuviéme le plan superieur où l'on remarquera que cette boete est traversée d'une barre DD, percée d'une mortoise E: sur la surface de la boete est appliquée une bande de cuir AA (Fig. 18, 20) embrassée par le bas d'un cercle de fer, que l'on encastre dans l'épaisseur du cuir qui a près de trois lignes, ce qui se distingue encore mieux dans la vingtiéme Figure.

*Détail de la soupape dont ce piston est couvert.*

956. Le piston est couvert d'une soupape de cuir, fortifiée par des plaques de tôle ou de cuivre GG, faites en segment de cercle, comme le montre la vingt-deuxiéme figure; au-dessus de la soupape il y a aussi de semblables plaques, mais d'un plus petit

diametre, afin qu'elles entrent dans le corps du piston, comme le marque la circonférence ponctuée IK, n'y ayant que le cuir & les plaques superieures qui reposent sur le bord de la boete, ainsi le cuir se trouve serré entre-deux, à l'aide des quatre vis H, accompagnées de leurs écroues.

Cette soupape s'applique sur la boete, en sorte que le milieu FF soit posé sur la barre DD, (fig. 19.) & pour lier le tout ensemble, l'on se sert d'une croix de fer LMNOP, représentée par la vingt-uniéme figure, qui est un profil coupé sur la longueur de la barre DD; la partie MN se pose sur le milieu FF de la soupape, alors le tenon OP traverse le trou E, & enfile une barre de fer QR, dont les extrêmités XX s'encastrent moitié par moitié dans l'interieur de la boete & dans son épaisseur qui est échancrée en cet endroit, de même que le cercle BB qui se trouve soutenu par ce moyen, & serré contre la boete, en faisant entrer une clavette V dans le trou T, comme on en peut juger par la figure 17, qui est encore un profil du piston coupé à angle droit avec le précedent.

PLAN. 4.

Quant à la tige LO, on l'ajuste avec une barre de fer à l'aide d'un tenon qui est à son sommet & de la mortoise qui paroît dans le milieu, & des deux viroles servant à les serrer l'une contre l'autre; cette barre est pendue à une manivelle ou à l'extrêmité d'un balancier.

Les dimensions des parties de ce piston pouvant être mesurées avec l'échelle qui lui appartient, je ne m'y arrêterai pas, il me suffira de dire qu'on l'a exécuté ainsi aux pompes de la machine de Frêne, l'ayant dessiné moi-même sur les lieux, & qu'on l'a préferé à tous les autres dont on a fait l'essai : en effet, il est d'une solidité à toute épreuve, & l'eau pouvant le traverser sans contrainte, quelque vitesse qu'il puisse avoir en descendant, je doute qu'on puisse rien imaginer de mieux.

Les pistons pleins, tels qu'on les employe communément aux pompes refoulantes, ne laissent pas que d'avoir leur mérite; mais étant faits de bois ils durent peu, & sont sujets à ne pas si bien joindre de toute part contre le corps de pompe, qu'il ne passe de l'eau quand la colonne qu'il refoule est fort élevée, le cuir ne pouvant résister au grand effort que l'eau fait pour s'échapper; car comme il est moralement impossible qu'on puisse aleser si parfaitement un tuyau, qu'il ne reste des inégalités imperceptibles, le cuir s'use plus d'un côté que d'un autre, & fournit des passages à l'air ou à l'eau. Pour remédier à ces défauts, voici un

piston beaucoup plus solide, & qui peut passer pour le plus parfait de tous ceux qui ont été mis en usage jusqu'à présent, comme on en va juger par l'explication des figures 15 & 16.

957. Le corps de ce piston est composé de deux cylindres de cuivre ABCD, EFGH, d'une vis NO, & d'un anneau Z, le tout fondu ensemble; le diametre CD est d'une ligne ou d'une ligne & demie plus petit que celui du corps de pompe QRST, & le diametre EF n'est que moitié du précédent; quant à l'épaisseur AC, il suffira de lui donner le quart du diametre AB, & de faire EG environ double de EF.

*Description d'un piston plein, d'un fort bon usage.*

PLAN. 4. FIG. 15. & 16.

L'on a un nombre de rondelles de cuir dont le diametre doit être un tant soit peu plus grand que celui du corps de pompe, & après les avoir percées d'un trou dans le milieu d'un diametre égal à GH, on les enfile sur le cylindre EFGH, qui leur sert de noyau; & après les avoir bien battues à coups de marteau, pour les presser les unes contre les autres sur toute la hauteur EG, on en ajoute quelques-unes de plus, que l'on soutient par une plaque de cuivre IK, qui doit avoir pour épaisseur la moitié de AC, & qui étant aussi percée dans le milieu, s'ajuste sur la partie LM, après quoi on presse le tout par le moyen de l'écroue VX que l'on fait tourner à force; cela fait, l'on pose le piston sur le Tour pour réduire les rondelles à n'avoir plus que le même diametre de la tête du piston; ainsi le tout forme un cylindre IABK, dont la surface est uniforme.

Ce piston ainsi disposé, on l'introduit sans difficulté jusqu'au fond du corps de pompe, après quoi l'on verse de l'eau dessus; alors le cuir s'enfle, & toutes les rondelles s'unissent contre le corps de pompe, & forment ensemble un nouveau cylindre Y, dont le diametre est égal à celui du corps de pompe, & ne laissent aucune entrée à l'air dans le tems de l'aspiration, ni de passage à l'eau quand elle est refoulée; il arrive même qu'à mesure que la surface du cylindre Y vient à s'user par le frottement, le cuir s'étend en dehors pour se renfler tout de nouveau, parce qu'il s'en faut bien qu'il ait atteint au commencement le terme de dilatation dont il est capable, sur-tout si l'on employe du cuir de *Liege*, qui est le meilleur que l'on puisse mettre en œuvre; ainsi l'adhésion est continuelle.

J'ajouterai que l'anneau Z, sert à accrocher la tige P, de maniere qu'elle puisse y jouer sans contrainte, afin que le piston en montant & descendant n'ait rien qui tende à le déterminer d'un côté plûtôt que de l'autre; car comme on n'est pas toujours le

maître de faire agir la tige perpendiculairement, sur-tout quand elle est suspendue à une manivelle, il faut éviter qu'elle ne soit forcée dans son mouvement; c'est pourquoi il vaut mieux dans les pompes refoulantes qu'elle soit accrochée au piston, que d'y être fixe.

*Description d'un nouveau piston qui a une propriété singuliere.*

958. Quoique le piston précédent soit des meilleurs, il faut pourtant convenir qu'après un certain tems, lorsque le cuir sera dilaté successivement pour remplacer le déchet causé par le frottement, l'adhésion ne sera pas assez grande, pour ne pas céder tant soit peu à l'effort de l'eau qui sera refoulée, si la colonne est fort élevée; car la résistance qu'elle causera par son poids sera toujours la même, au lieu que l'adhésion du piston ira continuellement en diminuant; ainsi pour rendre les choses égales, il faudroit qu'il y eut une cause qui proportionnât son adhésion, à l'effort qu'il est obligé de faire en refoulant, & alors un tel piston auroit toute la perfection qu'on peut demander; cette pensée m'ayant occupé pendant quelques jours, j'ai apperçû plusieurs moyens de faire ce que je dis, & voici celui qui m'a paru le plus naturel & le plus commode dans l'exécution.

PLAN. 4. FIG. 1.

Il faut s'imaginer un cylindre de cuivre *g h*, creux & percé d'un nombre de trous; ce cylindre doit être couvert par en haut d'un plateau AB de même matiere, l'un & l'autre fondus ensemble, aussi-bien que le rebord IK, servant de bride pour attacher le cylindre à un second platteau *c d*, semblable au premier, avec cette différence seulement, qu'il doit être percé dans le milieu d'un trou d'un diametre égal à celui de l'interieur du cylindre: là, il doit y avoir une soupape à coquille, en sorte que la languette soit prise entre la bride IK & le plateau, le tout estreint ensemble par des vis & écroues. Sur le pourtour de chaque plateau, on pratiquera une gorge circulaire, dont les bords doivent être arrondis pour recevoir les ourlets d'une bourse de cuir, de figure cylindrique à laquelle les plateaux serviront de fond; & pour les unir ensemble, on se servira de gros filets poissés, ausquels on fera faire un grand nombre de tours pour serrer fortement le cuir, ensorte que le tout forme un tambour représenté par la neuviéme figure, qui ne doit avoir d'autre ouverture que celle du fond, lorsque la soupape dont la queue paroît à l'endroit K de la même figure est levée: on attachera le piston à une tige H, ayant trois ou quatre branches IG, pour l'unir au plateau AB par le moyen des vis & écroues.

On commencera par verser de l'eau dans le corps de pompe,

tant qu'il y en ait à peu près jusques aux trois quarts de sa hauteur ; ensuite on introduira le piston qui entrera d'abord sans difficulté, mais lorsqu'il viendra à descendre plus bas, l'air qui se trouvera renfermé au-dessous, étant comprimé, levera la soupape, passera dans le cylindre *g h*, de-là dans le tambour, lequel continuant à descendre, une partie de l'eau y passera aussi, jusqu'à ce que le piston soit parvenu à l'entrée du trou NO, c'est-à-dire dans la situation où on le voit présentement ; alors l'air étranger & l'eau ayant enflé le tambour plus qu'il n'étoit auparavant, le cuir commencera à s'unir au corps de pompe, foiblement à la vérité, mais assez pour empêcher l'introduction de l'air exterieur quand on levera le piston, parce que la soupape se refermera sur le champ. FIG. 1.

959. A mesure que le piston en montant & en descendant agira comme à l'ordinaire pour expulser l'air du tuyau d'aspiration, l'eau montera & parviendra enfin dans le corps de pompe : lorsqu'elle y sera arrivée, le piston en voulant la refouler, en recevra lui-même une partie qui contraindra l'air à se reduire à chaque coup dans un moindre volume, & l'action du piston devenant toujours plus forte, à mesure que l'eau se trouvera élevée à une plus grande hauteur dans le tuyau montant, l'air du tambour acquerera aussi de son côté une plus grande force, par conséquent pressera de plus en plus le cuir contre la pompe ; car ce que je dis de l'air doit aussi s'entendre de l'eau avec laquelle il est renfermé : enfin, lorsque le tuyau montant sera plein, la force du ressort de l'air se trouvera en équilibre avec le poids de la colonne d'eau, à quelque hauteur qu'elle puisse être, & soit que le piston aspire ou refoule, son adhésion sera toujours la même ; & quand le corps de pompe ne seroit pas parfaitement cylindrique, ce défaut qui seroit fort grand dans tout autre cas, sera indifférent dans celui-ci ; puisque la surface du piston étant flexible, s'assujettira à la figure de celle qui lui est adhérante. *Effet du jeu de ce piston.*

Malgré tous les soins qu'on peut se donner pour la perfection d'une machine, on n'oseroit se promettre de la rendre entierement exempte de défaut, & c'est beaucoup faire quand on parvient à ne lui en laisser que le moins qu'il est possible ; il arrive même assez souvent qu'en voulant éviter une imperfection, on en fait naître d'autres qui ne sont pas moins préjudiciables, & que tout bien consideré, il vaut encore mieux s'en tenir au premier projet. Le piston que nous venons de décrire ne peut point perdre d'eau, sa surface étant parfaitement unie à celle du corps de pompe ;

mais comme de cette adhésion il en résulte un plus grand frottement, le cuir ne peut durer long-tems; c'est pourquoi il convient pour ne pas le renouveller si souvent, d'en mettre plusieurs l'un sur l'autre, afin de fortifier la bourse qui n'en sera pas moins flexible à se dérober en partie aux inégalités que le corps de pompe pourroit lui opposer; car le frottement dont il s'agit ici est bien différent de celui qui est occasionné par la rencontre des surfaces des corps durs; il faudroit donc, pour qu'un piston ne laissât rien à désirer, qu'il eut la proprieté du précedent, mais qu'il fut exempt de frottement; ce qui n'est pas impossible, il faut seulement prendre garde de ne pas acheter cet avantage trop cher, en tombant dans quelque inconvénient qui en diminueroit le prix.

*Description d'un piston sans frottement, nouvellement imaginé.*

960. Messieurs Gosset & de la Deuille en travaillant à la composition d'une machine Hydraulique extrêmement ingénieuse, & dont je donnerai la description par la suite, ont imaginé un piston entierement exempt de frottement, & qui peut s'employer indépendamment de la machine, dont il est une partie essentielle, comme ils l'ont fait au Jardin du Roi à Paris, à une pompe qui éleve de l'eau pour arroser les plantes du même Jardin.

Le piston dont il s'agit peut se faire aussi grand qu'on veut, & avoir jusqu'à 36 pouces de diametre, mais je n'en donnerai que 15 à celui que je vais décrire, cette grandeur me paroissant plus raisonnable pour les raisons qu'on verra par la suite : comme il doit agir dans un corps de pompe qui n'a rien de commun avec ceux dont j'ai parlé jusques ici, je commencerai par faire voir en quoi il consiste. Il est composé de deux plateaux de bois de chesne ou d'orme, ayant 28 pouces de diametre sur 5 d'épaisseur; au milieu de chacun l'on creuse un vuide cylindrique de 15 pouces de diametre sur deux & demi de profondeur, ce qui forme deux boetes, que l'on applique l'une sur l'autre dans un sens opposé; leur profil pris diametralement est représenté par chacun des rectangles ABCD, & EFHG.

PLAN. 4. FIG. 2.

Le piston est composé d'une planchette circulaire YZ, d'un pouce d'épaisseur dont le diametre doit être un peu moindre que celui du vuide TOQV pour en faciliter le jeu : cette planchette s'applique sur un grand cercle de cuir, ou sur plusieurs quand un seul n'est pas assez fort, en sorte qu'il déborde tout autour de 6 ou 7 pouces; ensuite on loge la planchette YZ dans le fond de la boete STVX, & l'on replie l'excédent tout autour du bord ESXG de la même boete; après quoi l'on applique celui de l'autre boete ABCD sur le précedent, & le cuir se trouve serré entre deux,

deux, afin qu'il le soit plus fortement, & que les deux boetes n'en fassent qu'une; on les estreint ensemble par le moyen de plusieurs boulons de fer 17, 18, dont les extrêmités sont taillés en vis, pour s'ajuster dans des écroues; ainsi le piston compose une espece de bourse 3, 4, 5, 6, qui se retourne toutes les fois que le fond YZ est attiré vers le Ciel, c'est-à-dire que ce qui étoit interieur devient exterieur. PLAN. 4. FIG. 2.

Au fond de cette bourse est un trou L, couvert d'une soupape K qui vient s'appuyer, quand elle est levée contre l'anse MWM, à laquelle est attachée la tige N, servant à faire monter & descendre le piston; pour cela il y a un autre trou 9, 10 dans le fond de la boete superieure, qui répond au tuyau montant 13, 14, dans lequel passe la tige N; ce trou est évasé pour que le plateau puisse venir s'appliquer contre le ciel OQ quand le piston monte. Dans le fond inferieur de la boete, il y a un autre trou 19, 20 qui répond au tuyau d'aspiration 15, 16, qui trempe dans l'eau qu'on veut élever; ce trou est couvert d'une soupape I, comme à l'ordinaire.

Quand le piston vient à monter, l'eau qu'on suppose dans le tuyau d'aspiration ouvre sa soupape I, & passe dans le vuide qui se forme sur la hauteur de 4 pouces, qui est le jeu que le piston doit seulement avoir, pour ne pas trop affoiblir le cuir qui ne se soutiendroit pas long-tems, s'il avoit beaucoup de portée, au lieu que n'ayant tout au plus que 2 pouces & $\frac{1}{2}$ de 5 en X, il ne fatigue gueres: quand le piston baisse, la soupape I se referme, l'autre K s'ouvre, & l'eau qui est renfermée entre le fond TV, & le cuir 3, 4, 5, 6, passe par le trou L, vient se rendre dans l'espace OP YZQ, & de-là est refoulée dans le tuyau montant; ainsi l'on voit que le piston flottant toujours entre deux eaux, n'a nul frottement; j'ajouterai que lorsqu'il est fait de bon cuir, il peut travailler continuellement pendant trois ou quatre mois, sans qu'on soit obligé d'y toucher, comme l'expérience l'a fait voir aux pompes que Messieurs Gosset & de la Deuille ont fait exécuter pour épuiser les eaux des Mines de Bretagne.

Le seul défaut qu'on puisse trouver dans ce piston, est que de quelque grosseur que soit le tuyau montant 13, 14, la puissance est toujours chargé du poids d'une colonne d'eau, qui auroit pour base le cercle OQ, & pour hauteur l'élevation du reservoir au-dessus de la source: il est vrai qu'on peut augmenter le diametre de ce tuyau, & diminuer celui du piston, afin qu'étant égaux,

la puissance ne soit chargée que du poids qu'elle doit naturellement élever.

On trouvera peut-être que ce piston ayant si peu de jeu, ne donnera pas beaucoup d'eau à chaque relevée; mais ce n'est pas là un défaut, puisque les levées pourront être plus fréquentes; ainsi ce que l'on perdra d'un côté, pourra être reparé de l'autre, & le produit sera toujours le même que si le jeu étoit plus grand.

Comme il faut que la tige du piston passe dans le tuyau montant, on ne peut élever l'eau avec cette pompe à une hauteur considérable; cependant la tige de la pompe qui est exécutée au Jardin du Roi, a au moins 25 pieds, & si l'on en donne autant au tuyau d'aspiration, on pourra toujours élever l'eau jusqu'à 50 pieds au-dessus de la source, d'une maniere fort simple & avec très-peu de dépense; puisqu'en se servant de tuyaux de bois, on pourra faire exécuter une pompe dans ce goût là, pour moins de dix pistoles, dans un grand nombre d'occasions où elle peut devenir aussi utile, que le seroit une machine construite à grands frais.

## *Sur les Soupapes.*

Les différentes soupapes que l'on a mis en usage jusques ici, se réduisent à quatre especes; la *soupape à coquille*, la *soupape conique*, la *soupape spherique*, & la *soupape à clapet*; les trois premieres se font de cuivre, en voici la description & les proprietés.

PLAN. 4. FIG. 1. 961. Si l'on considere la premiere figure de la Planche 4, l'on y verra une soupape à coquille E, placée au fond d'un corps de pompe; la languette AA, accompagnée de deux rondelles de cuir, est restrainte avec les brides du corps de pompe, & celles d'un espece de culot IK; à ce culot est enté par un nœud de soudure, le tuyau d'aspiration LM fait de plomb: je crois n'avoir pas besoin de dire que la soupape E est logée dans sa coquille BC, & que la partie GH représente le support de l'anneau dans lequel joue la tige F.

FIG. 8. La figure huitiéme représente encore la même soupape vûe de profil, afin d'en mieux découvrir les défauts qui sont plus essentiels qu'on ne pense, puisque si l'on y avoit bien fait attention, cette soupape ne seroit peut-être pas devenue d'un usage aussi commun. Pour en bien juger, il suffira de considerer que la superficie de son grand cercle RL diminue le passage de l'eau de toute la ca-

*Défauts des soupapes à coquille.*

pacité dont il occupe la place, puisqu'elle ne peut s'échapper que par l'espace en forme de couronne qui regne entre la circonférence du cercle RL & la surface du tuyau montant, ce qui est directement contraire aux articles 897, 899, où l'on a démontré qu'il falloit que l'eau qu'un piston refoule, trouve par tout un passage libre & d'une capacité égale au cercle du corps de pompe, afin qu'elle ne soit pas forcée à passer dans un endroit avec plus de vitesse que dans l'autre, parce qu'autrement la puissance qui donne le mouvement au piston, seroit obligée à un effort beaucoup plus grand que si l'eau n'étoit pas étranglée. PLAN. 4. FIG. 8.

*Regles pour trouver la proportion qu'il doit y avoir entre le diametre de cette soupape, & celui du corps de pompe.*

962. Il semble que pour donner plus de facilité à l'eau de monter, l'on n'a qu'à diminuer le cercle RL, mais cela ne se peut faire que l'on ne diminue aussi l'autre cercle ND, ou son égal MI, par conséquent sans retrecir le passage de l'eau au travers de la coquille BC; ainsi l'on tombe toujours dans le même inconvenient, tout ce que l'on peut faire de mieux, c'est de regler de telle sorte les diametres RL & MI, que l'eau en traversant la coquille, & en passant autour de la soupape soit la moins contrainte qu'il est possible. Pour cela il faut que la superficie du cercle MI soit égale à la couronne qui fait la différence des superficies des cercles RL & MI: or comme cette soupape peut avoir son utilité dans certain cas, nous allons déterminer la grandeur de son diametre, eu égard à celui du corps de pompe ou du tuyau montant, pour rendre égaux les deux passages dont on vient de parler; mais avant que d'en venir là, l'on sçaura que je nomme *repos*, le talud OI de la coquille, sur lequel appuye la surface exterieure de la soupape.

Nommant $a$, le rayon du tuyau montant; $b$, la largeur du repos; $x$, le rayon du cercle MI ou ND; l'on aura $x+b$, pour le rayon du grand cercle de la soupape. Or si l'on prend les quarrés des rayons pour exprimer les superficies de leur cercle, $xx$ tiendra lieu de la couronne dont il s'agit, puisqu'elle doit être égale au cercle MI; & comme les cercles RL & MI pris ensemble valent le cercle QG, l'on formera cette équation $2xx+2bx+bb=aa$, de laquelle dégageant l'inconnue, il vient $x=\sqrt{\frac{aa}{2}-\frac{bb}{4}}-\frac{b}{2}$: or si l'on suppose $b$, d'un pouce; & $a$, de 5; l'on y trouvera en faisant le calcul que $x$, ou le rayon du petit cercle de la soupape, vaut trois pouces, ausquels ajoutant la largeur du repos, on aura 4 pouces pour le rayon de son grand cercle; & comme celui du corps de pompe en vaut cinq, les rayons de ces trois cercles seront dans

le rapport des nombres 3, 4, 5, ce qui est bien évident; car si le cercle ND ou MI est exprimé par le quarré de son rayon qui est 9, le passage de l'eau autour de la soupape sera aussi exprimé par le même nombre, & la couronne qui exprime le talud du repos, pourra l'être par la différence du quarré de 3 à celui de 4, c'est-à-dire par celle de 9 à 16, qui est 7, qui étant ajoutée avec le double de 9, doit égaler le quarré de 5; aussi a-t'on 18+7=25.

PLAN. 4. FIG. 8. L'on voit que de quelque grosseur que soit le corps de pompe, ou le tuyau montant, il faut pour y proportionner la soupape, diviser le rayon du corps de pompe en cinq parties égales, en prendre 3 pour le rayon du petit cercle ND ou MI, 4 pour celui du grand cercle RL de la soupape.

Ayant recherché la hauteur qui pouvoit le mieux convenir à la surface convexe de la soupape; il m'a paru qu'il falloit donner au côté DL le quart du diametre RL de son grand cercle, & la huitiéme partie à la largeur du repos; alors l'angle GDH sera de 60 degrés, parce que le profil de la soupape formera un trapeze, tiré d'un triangle équilateral, qui auroit pour base le diametre RL.

Remarquez que l'eau refoulée du corps de pompe dans le tuyau montant, sera extrêmement contrainte en traversant un passage plus étroit que celui qui convient naturellement, qu'elle rencontrera en chemin le dessous du pourtour de la coquille & le cercle ND, ce qui la fera rejaillir, & repousser celle de dessous, & que ce ne sera qu'avec une force extraordinaire qu'on la fera monter, d'autant plus qu'elle sera poussée selon les directions PG & IK, obliques à la surface GK du tuyau: ayant fait le calcul de la puissance qu'il falloit au-dessus de l'équilibre, j'ai trouvé qu'elle devoit être au moins 12 fois plus grande que si l'eau montoit par tout d'une vitesse uniforme. Je ne rapporte point le détail de ce calcul, il suffit de conclure que si l'on a égard à toutes les raisons que je viens de rapporter; cette soupape ne convient nullement dans les pompes refoulantes placées au bas du tuyau montant, comme aux figures 14 & 17 de la planche deuxiéme. Cependant on peut s'en servir dans le fond d'un corps de pompe, ainsi qu'elle se trouve dans la premiere figure de la planche quatriéme; car si la plus grande hauteur du piston n'est pas au-dessus de 27 ou 28 pieds, il restera assez de force au poids de l'atmosphere pour faire monter l'eau dans le corps de pompe, avec une vitesse beaucoup plus grande que celle que pourra avoir le piston, parce que l'eau aura toujours un passage plus grand que celui qu'on pourroit déterminer en suivant l'article 909.

Cette soupape a encore un inconvénient, qui est de s'unir quelque fois si intimement à sa coquille, qu'elle cesse de jouer. M. de Fontenelle en rapporte un exemple dans l'Histoire de l'Académie Royale des Sciences de l'année 1703. Voici un extrait de ce qu'il dit à ce sujet.

*Les soupapes à coquille, lorsqu'elles sont bien faites, ont le défaut de s'arrêter quelquefois, quand les pompes jouent.*

M. Amontons, ayant construit une pompe refoulante enfoncée de 6 pieds dans l'eau, fut étonné de voir que les soupapes qui étoient de fonte, parfaitement bien faites & bien dressées sur leurs coquilles, s'arrêtoient tout-à-coup; il fit démonter la pompe plusieurs fois pour voir ce qui en pouvoit être la cause, mais il n'apperçut rien de sensible.

Si ces soupapes qui étoient posées horisontalement dans le corps de pompe, comme sont par exemple celles de la dix-septiéme figure de la planche deuxiéme, avoient été pressées de haut en bas par le poids de l'atmosphere, on auroit pû croire qu'elles s'étoient trouvées dans le cas de deux surfaces bien polies & mouillées, appliquées l'une contre l'autre, qui ne peuvent être séparées que par l'action d'un grand poids, mais il n'y avoit point d'air entre les soupapes & le piston, dont elles pussent être pressées de haut en bas, au contraire elles étoient poussées de bas en haut par l'eau que refouloient les pistons.

*Cause à laquelle on peut attribuer l'adhésion des soupapes à coquille.*

Il ne reste donc qu'une seule cause à quoi on puisse attribuer la force de l'union des soupapes & de leurs coquilles, qui consiste dans l'eau qui les mouille; il faut que les parties d'eau qui sont entrées dans les pores de l'un de ces corps, s'accrochent si puissamment à l'autre, qu'il n'y en ait aucune qui ne tienne par ses deux extrêmités aux deux corps, & qu'elles s'accrochent d'autant plus puissamment que les deux surfaces sont plus polies, pour en exclure plus parfaitement l'air qui pourroit se trouver entre-deux, & qu'ainsi c'est la multitude des particules d'eau, qui contribue à la grandeur de l'effet, par la difficulté de les détacher ou de les étendre, par conséquent d'ouvrir les soupapes.

Il est certain que pour détacher du cuivre les parties d'eau qui le mouillent, il faut un effort assez considérable, & que ce n'est gueres que par l'évaporation ou par un frottement violent & à plusieurs reprises qu'on en vient entierement à bout; quant à ce qui est d'étendre des parties d'eau, ni M. Amontons, ni tous les autres qui en ont voulu faire l'expérience, n'ont pû s'assurer que l'eau fut capable d'extension; ainsi l'on peut croire que tout se réduit à la difficulté de détacher les parties d'eau; il est plus que

vrai-semblable qu'elles ne s'accrochent pas avec la même force à toute sorte de corps.

*Preuve pour montrer la nécessité de faire le trou des soupapes refoulantes aussi grand que le cercle des pistons.*

963. Quoique j'aye assez fait sentir dans les art. 903, 904, 905, l'importance de ne jamais contraindre l'eau refoulée, à passer par des endroits plus petits que la superficie du cercle du piston; je ne laisserai pas que de déduire ici des mêmes articles, deux regles générales qui s'appliquent naturellement aux soupapes à coquille.

Quand le trou par où doit passer l'eau refoulée, se trouve plus petit que le cercle du piston, & que ce trou ne forme point un cercle parfait, mais une couronne; la superficie de cette couronne, ou de toute autre figure, & celle du cercle du piston, peuvent être regardées comme les secondes puissances des diametres (902), parconséquent les quarrés des mêmes superficies comme les quatriémes puissances, qui expriment le rapport des forces *respectives* du courant (905) appliquées au piston (903). Ainsi *lorsqu'on aura deux pompes de même calibre, destinées à refouler à la même hauteur, une égale quantité d'eau; que dans la premiere, l'eau puisse monter sans obstacle, & que dans la seconde elle soit contrainte de passer par le trou d'une soupape, dont la superficie soit plus petite que celle du cercle du piston; l'on voit qu'il faudra que les forces qui les feront mouvoir avec la même vitesse, soient dans la raison réciproque des quarrés des superficies du cercle du piston, & du trou de la soupape.*

Par exemple, l'on a un piston dont le cercle est de 50 pouces; il arrive par le défaut des soupapes à coquille, que l'eau est contrainte de passer par un trou dont la superficie n'est que de 20 pouces; regardant ces deux nombres comme les secondes puissances des diametres, les quarrés des mêmes nombres 2500, & 400, exprimeront le rapport des quatriémes puissances des diametres; alors les forces qu'il faudra appliquer aux pistons de ces deux pompes seront dans la raison réciproque de 25 & de 4; c'est-à-dire, que s'il faut 4 degrés de force à la puissance qui refoule l'eau sans obstacle, il en faudra 25 à celle qui est obligée de la faire passer par la soupape à coquille, sans compter le surcroît de résistance que cette derniere puissance trouvera de la part des obstacles que cette soupape fait naître par son opposition au passage de l'eau.

*Lorsqu'une même puissance refoule l'eau par des soupapes de dif-*

964. Si la puissance qui refoule l'eau du corps de pompe où il y a une soupape à coquille, n'étoit pas susceptible d'accroissement, c'est-à-dire, qu'elle restât égale à celle qui est appliquée à la pompe où il n'y a point d'obstacle, *le tems qu'il faudra à la*

*premiere, sera au tems qu'il faudra à la seconde, pour faire faire au piston le même chemin, ou pour élever des quantités d'eau égales; dans la raison réciproque, de la superficie du piston, à celle du trou de la soupape.* (905.) Et selon l'exemple précédent comme 50 est à 20, ou comme 5 est à 2, c'est-à-dire, que si l'on suppose qu'il faille à la seconde puissance, 4 secondes pour faire faire à son piston 30 pouces, il faudra que la premiere puissance en employe 10 pour faire faire au sien le même chemin; ce qui est bien évident par l'article 460, où il est démontré que *lorsque les hauteurs des reservoirs ou les vitesses de l'eau sont égales, par conséquent les forces qui les impriment, il faut pour qu'il sorte une égale quantité d'eau de deux orifices différens, que les tems de l'écoulement soient dans la raison réciproque des mêmes orifices.*

*ferentes grosseurs, les tems de la levée du piston sont dans la raison reciproque des quarrés des diametres des soupapes.*

965. Il ne faut donc plus s'étonner s'il arrive souvent que les pompes ne donnent pas à beaucoup près la quantité d'eau qu'on devroit en attendre, eu égard à la force du moteur, parce que si le passage de l'eau se trouve retreci à l'endroit de la soupape, ou d'une branche, *la vitesse du piston sera d'autant plus retardée par rapport à celle du courant qui les meut, qu'il faudra que la vitesse respective de ce courant soit plus grande.*

Si l'on ne s'est point apperçû plûtôt de l'inconvénient de faire passer l'eau par certains endroits avec plus de vitesse que n'en a le piston, cela vient de ce que le plus grand nombre des Machinistes, font leur calcul dans l'état d'équilibre, pour diminuer ensuite le poids d'une certaine quantité prise au hazard, sans se mettre en peine de la vitesse qui peut lui convenir. La plûpart même ne font cette diminution que pour avoir égard aux frottemens, quoique ce soit un objet entierement separé du précédent. Il me reste encore à parler de quelqu'autres soupapes qui sont en usage, mais que je ne rapporte que pour les faire connoître, persuadé qu'on cessera de s'en servir, quand on connoîtra l'avantage de celle dont je viens de faire mention.

*Si l'on n'a point senti plûtôt le défaut des pompes refoulantes, cela vient d'avoir calculé leurs effets dans l'état d'équilibre.*

966. La soupape conique est composée d'un cône tronqué E, qui se loge dans une coquille BC, faite à peu près comme la précédente, avec cette différence qu'elle n'a point d'anneau dans le milieu, parce que la tige est fort courte: à son extrêmité est une goupille RG, qui empêche que la soupape ne s'échappe; son grand cercle répond immédiatement à un chapiteau convexe, dont les rebords doivent avoir assez de saillie, pour qu'en retombant, ils ferment toujours exactement la coquille; car n'y ayant rien qui contraigne l'axe du cône à rester toujours dans le milieu, il pourroit, en s'écartant à droite ou à gauche, laisser un jour par où l'eau

PLAN. 4. FIG. 7.

*Description des soupapes coniques & leurs défauts.*

du tuyau montant, redeſcendroit dans le corps de pompe. On voit que cette ſoupape eſt dans le cas de la précédente, rétréciſſant de même le paſſage de l'eau, & que tout ce que nous venons de dire lui peut être appliqué, c'eſt pourquoi je ne m'y arrêterai pas davantage.

*Deſcription des ſoupapes ſphériques, & leurs défauts.*

*FIG. 6.*

967. La ſoupape ſphérique eſt beaucoup plus ſimple, n'étant compoſée que d'une ſphere E, qui retombe dans une coquille BC lorſque le piſton aſpire; il eſt certain que cette ſoupape ſeroit préferable à toutes les autres, ſi elle n'avoit pas le défaut de retrecir encore le paſſage de l'eau; car dès qu'elle ſeroit une fois logée au bas d'un tuyau, elle joueroit nombre d'années ſans être obligée d'y toucher, n'étant ſujette à aucune réparation. Il eſt vrai qu'on pourroit élargir le tuyau montant au-deſſus & au-deſſous de la coquille, ſur la hauteur d'un diametre du même tuyau, afin que le trou de la coquille & le paſſage de l'eau autour de la ſphere, ſoit égal au cercle du piſton, & que l'eau ait par-tout une viteſſe uniforme, alors cette ſoupape ſeroit auſſi parfaite qu'on le peut déſirer; il faut ſeulement prendre garde de ne pas la faire trop legere ni trop péſante; car ſi elle eſt trop legere & que le tuyau montant ſoit de même calibre que le corps de pompe; l'impulſion de l'eau ne manquera pas de l'élever à une hauteur conſidérable, & la coquille ne ſera pas fermée aſſez promptement pour empêcher que l'eau ne redeſcende. Il pourra même arriver un effet aſſez biſarre, qui eſt de voir la même eau paſſer continuellement du corps de pompe dans le tuyau montant, & du tuyau montant dans le corps de pompe, ſelon que le piſton aſpirera ou refoulera; car ſi le paſſage n'eſt pas interrompu dans le moment que l'impulſion vient à ceſſer, il ne montera pas de nouvelle eau dans le corps de pompe, ni dans le reſervoir.

Si au contraire la ſoupape eſt fort peſante, comme de 60 ou 70 ℔, qui eſt à peu près le poids qu'elle auroit, ſi étant maſſive elle avoit 7 à 8 pouces de diametre, la puiſſance ſera obligée de le ſurmonter, indépendamment de celui de la colonne d'eau; il faut donc pour prendre un juſte milieu, regler la peſanteur ſpécifique de la ſoupape ſur la viteſſe du piſton, afin qu'elle ne s'éloigne jamais de ſa coquille, qu'autant qu'il le faudra pour laiſſer paſſer l'eau, à moins que pour éviter tout inconvénient, elle n'y ſoit retenue par une chaîne.

*PLAN. 4.*

*FIG. 5.*

*Deſcription des ſoupapes faites en clapets.*

968. Il nous reſte à parler de la ſoupape faite en clapet, qui eſt aſſurement la moins imparfaite, laiſſant un libre paſſage à l'eau, comme on en peut juger par la cinquiéme figure, où l'on voit la ſoupape AD, qui différe peu de celle qui eſt décrite dans l'arti-

cle

cle 867 ; elle eſt compoſée d'un morceau de cuir CD, ſerré entre deux plaques de cuivre AB & EF, dont la premiere a un diametre de deux ou trois pouces plus grand que celui du tuyau LM ; la ſeconde EF a au contraite ſon diametre un peu plus petit que celui de ce tuyau, afin de pouvoir entrer dedans : ces deux plaques ſont eſtreintes enſemble par une vis SR, & un écroue GH ; la piece de cuir a une queue DT ſervant de charniere, ſerrée entre les brides comme à l'ordinaire.

Cette ſoupape que l'on ſuppoſe placée au bas d'un tuyau montant, eſt logée dans un tambour IK, pour ne point retrécir le paſſage de l'eau en cet endroit ; je veux dire que l'on a enflé le bas du tuyau montant NO, afin d'avoir une couronne YZ tout autour de la bride du tuyau LM, pour appuyer la ſoupape qui ſe trouve par conſéquent horiſontale : ſituation préferable à celle que l'on peut nommer verticale, comme dans les figures 6 & 7 de la Planche premiere aux endroits S & C, qui ne ferme pas ſi bien ; il eſt vrai qu'en récompenſe l'eſpace vuide n'eſt pas ſi grand.

On pourroit ſe diſpenſer de faire cette ſoupape auſſi materielle qu'elle le paroît ici, autrement la charniere qui n'eſt que de cuir ſeroit bien-tôt uſée, étant la partie la plus foible ; auſſi eſt-ce toujours par-là que manquent ces ſortes de ſoupapes, ſur-tout quand elles ont beaucoup de portée ; d'ailleurs elles ſont ſujettes à de fréquentes réparations, & ne ſont pas commodes pour la fermeture des grands tuyaux, parce qu'il arrive aſſez ſouvent qu'en retombant elles s'écartent d'un côté plus que de l'autre, & ne ferment pas toujours exactement ; le cuir de la charniere devenant trop flexible n'a plus aſſez de corps pour obliger la ſoupape à ſuivre toujours la même détermination ; pour remédier à cet inconvénient, on pourroit quand le tuyau montant a 8 ou 10 pouces de diametre faire une ſoupape compoſée de deux clapets, comme celle que je vais décrire.

*Deſcription d'une nouvelle ſoupape en clapet, à l'uſage des gros tuyaux.* PLAN. 4.

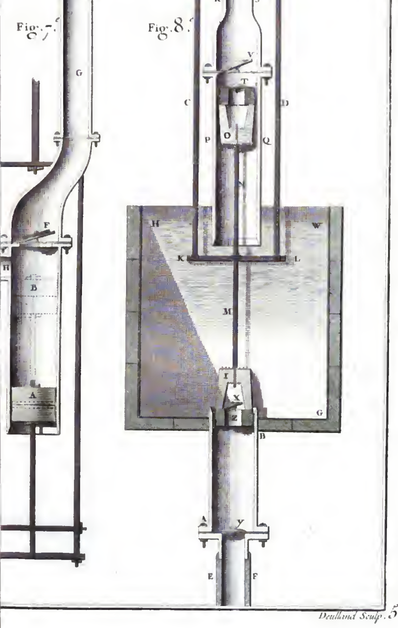
*969.* Il faut s'imaginer une couronne de cuivre telle qu'on la voit repréſentée par la dix-neuviéme figure, dont le petit diametre ſoit égal à celui du tuyau montant, & que celui du grand cercle donne à la couronne toute la largeur néceſſaire pour être ſerrée entre les brides du tambour & celles du tuyau recourbé. Cette couronne doit être traverſée diametralement par une barre DD, en ſorte que le tout ne faſſe qu'une piece, ainſi qu'on l'a exprimé en profil dans la quatriéme figure, où la partie LM repréſente cette couronne avec la barre A vûe en travers. On ſera un cercle de cuir d'un diametre de deux pouces plus grand que celui du tu-

PLAN. 4. yau montant, pour déborder autour du trou; on en formera deux clapets E & I, fortifiés en dessus & en dessous par des plaques de cuivre GH, entretenues ensemble, ainsi qu'il a été détaillé, en décrivant dans l'article 956 la soupape du piston de la dix-septiéme figure. On appliquera le cercle de cuir diametralement le long de la traverse A; on posera dessus une regle de cuivre B de même longueur, & on les unira ensemble par deux vis, comme on l'a représenté dans la troisiéme figure, où l'on remarquera que la regle BC, est accompagnée d'une espece de poignée DE, vûe en face, au lieu qûe dans la quatriéme elle paroit de profil; cette poignée sert à empêcher que les clapets ne retombent tous deux du même côté; il est certain que cette soupape est des plus commodes, & retrecit si peu le passage, que cela ne mérite pas la peine d'y faire attention.

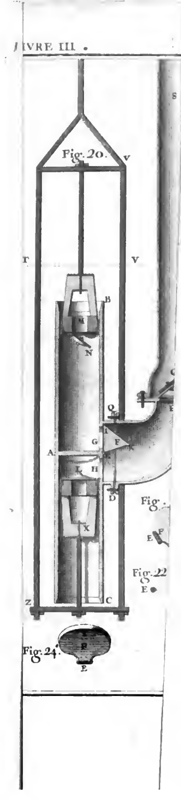
*Autre soupape en clapet, faite de cuivre, pour les grostuyaux.*

970. Dûssai-je encourir le reproche de trop m'arrêter à des sujets qui semblent ne pas le mériter; il me reste encore une soupape à décrire, car j'avoue ingénuement que je ne puis me taire, lorsque j'apperçois quelque chose qui a une apparence d'utilité. Les clapets de cuir n'étant point d'une longue durée, j'ai pensé qu'on en pourroit faire de cuivre aussi commodes, en les composant de deux demi cercles enclavés ensemble par une charniere commune, ce qu'on entendra du premier coup d'œil, en considérant les figures 10, 11, 12 & 13. La treiziéme représente le plan de ces clapets dans la situation où ils se trouvent lorsqu'ils sont fermés, ils sont logés dans une boete BB, dont le relief est égal au leur, & se meuvent par le moyen des charnieres GG, dont la goupille est entretenue par ses extrêmités dans deux montans E, qu'on ne peut bien distinguer que dans la douziéme figure. Vers le haut de chaque montant est un bouton F, qui sert à maintenir les clapets dans la situation où ils sont représentés dans les figures 10 & 11, afin qu'ils puissent retomber chacun de leur côté, aussi-tôt que le piston cesse de refouler; & comme les différens développemens que je donne ici sont assez bien exprimés pour juger de quoi il s'agit, je ne m'arrêterai point à une plus ample explication; je dirai seulement que la languette AA doit être serrée avec des rondelles de cuir, entre les brides du tambour IK & celles du tuyau LM, qui répond au corps de pompe.

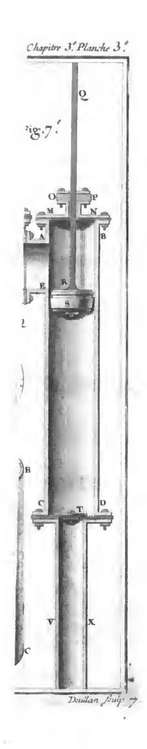
IL y a encore une autre soupape qui se place au fond des reservoirs ou bassins, servant à les mettre à sec ou à lâcher l'eau dans les tuyaux de conduite, pour la faire jaillir dans un jardin de plaisance. Cette soupape, que l'on voit représentée par la dixiéme figure

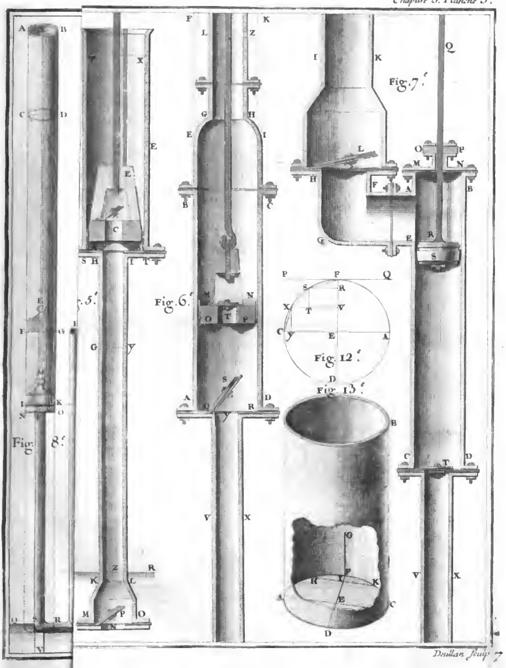



Deulland Sculp. 5

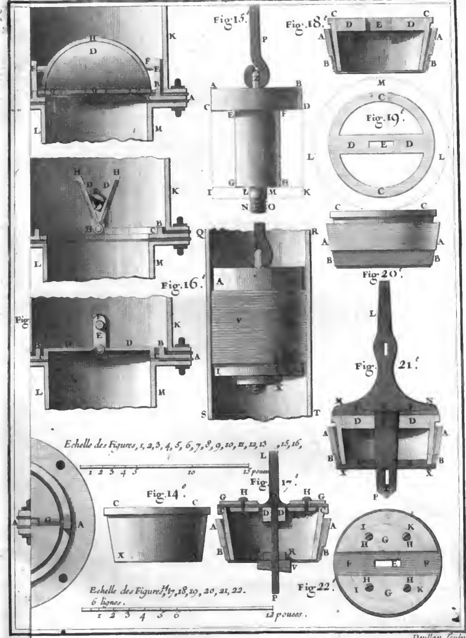

Fig. 20.
T
V
S
B
M
N
Q
G
I
F
A
K
L
H
D
X
Fig. 22
E
Z
C
Fig. 24.




Q
Fig. 7.
O
P
M
N
A
B
R
E
S
B
C
T
D
V
X
C
Doulan sculp.




Dheulland Sculp.




Deullan Sculp. 8

de la premiere planche du Chapitre suivant, est composée d'une boete de cuivre ABCD nommée *Crapaudine femelle*, accompagnée d'un rebord BC, évasé comme les coquilles des soupapes ordinaires, pour loger le couvercle G nommé *Crapaudine mâle*, auquel est attachée une tige H, servant à ouvrir & à fermer la soupape à l'aide de la traverse EF, percée dans le milieu d'un trou dans lequel la tige joue perpendiculairement.

Voilà en général ce qui m'a paru qu'on pouvoit dire sur les pompes ; peut-être trouvera-t'on que je suis entré dans un trop grand détail, mais j'ai crû qu'un sujet aussi utile que celui-ci, & sur lequel on n'a point écrit, ne pouvoit être trop développé, m'étant principalement proposé l'instruction de ceux qui ont du goût pour les Machines, & ausquels je ne devois pas supposer plus de connoissances que n'en ont la plûpart des Ouvriers qui s'en mêlent; je pourrois ajouter que les pompes étant les parties les plus essentielles des Machines Hydrauliques, ce Chapitre devient la base de celles que je vais expliquer.



## CHAPITRE IV.

### *Où l'on décrit plusieurs Machines pour élever l'eau par le moyen des pompes.*

971. DE quelque maniere que l'on s'y prenne pour élever l'eau par le moyen des pompes; l'on tombera toujours dans l'un des trois cas que voici. Le premier, de la tirer d'un lieu profond, pour l'élever jusqu'au rez-de-chaussée; & c'est ce qu'on peut faire en se servant des *pompes aspirantes*, repetées autant de fois qu'il est nécessaire. Le second, lorsqu'on veut élever l'eau d'une source sur une montagne; il faut se servir des *pompes refoulantes*, qui contraignent l'eau de monter dans des tuyaux, posés verticalement, ou le long d'un plan incliné. Et le troisiéme, lorsque l'eau se trouvant fort inferieure au rez-de-chaussée, on veut l'élever beaucoup au-dessus; alors comme ce cas renferme les deux précedens, il faut nécessairement se servir des pompes *aspirantes & refoulantes*.

Pour donner dans ce Chapitre différens moyens de faire mouvoir les pompes, qui conviennent aux trois cas précedens, à portée d'être exécutées par des particuliers, nous commencerons par la description d'une pompe aspirante, exprimée sur la premiere planche, dont l'usage est de tirer l'eau d'un puits ou d'une citerne.

PLAN. I. FIG. I. & 2.

*Description d'une Pompe domestique pour élever l'eau d'un puits ou d'une citerne.*

972. Cette pompe est composée d'un tuyau de plomb A de deux pouces de diametre, qui trempe dans l'eau qu'on veut élever, ayant son extrêmité H coudée afin de l'arrêter sur un socle de bois ou de pierre. Ce tuyau aboutit à un autre B, aussi de plomb, de cinq pouces de diametre, servant de corps de pompe, ayant sa partie N terminée en entonnoir pour se raccorder avec l'aspirant, & pour servir à loger un petit barillet D couvert d'une soupape ou clapet O; ce barillet est de bois garni de filasse, afin que l'eau qui est montée dans le corps de pompe, ne puisse plus descendre lorsque la soupape est fermée.

Le piston de cette pompe est composé d'un autre petit barillet E, garni par le haut d'une bande de cuir; il est attaché à une anse de fer suspendue à la verge C, & couvert par la soupape N, qui s'ouvre & se ferme alternativement avec la précedente, de la même maniere qu'on l'a expliqué dans l'article 868.

La puissance appliquée à la poignée K, fait jouer le levier MAI, dont le bras LK est de 30 pouces, & l'autre LM de 5; ainsi l'on

voit que la puissance est la sixiéme partie du poids, lequel est exprimé ici par celui d'une colonne d'eau de 5 pouces de diametre, ayant pour hauteur l'élevation de la gargouille P au-dessus du niveau de l'eau.

Les pieces F & G désignées par la figure 4, sont deux outils de fer, servant à asseoir ou à retirer le barillet D, que les Ouvriers nomment *secret*. Pour le placer on le laisse couler dans le corps de pompe, & on l'affermit en le frappant avec la tête circulaire de la piece F. Pour le retirer on commence par lever la soupape O avec le crochet G, ensuite on introduit dedans l'autre bout H de l'outil F, avec lequel on l'accroche par le dessous. Pour plus d'intelligence, les figures 5 & 6 expriment en grand les deux barillets & leurs soupapes, qu'il sera aisé de rapporter à la premiere figure, en suivant les lettres qui lui sont relatives.

*Moyen fort simple d'élever l'eau par reprise à une hauteur de 40 ou 50 pieds.*

973. La figure 7 représente l'élévation d'une pompe qui peut avoir son utilité; le levier A fait mouvoir deux verges de fer B, C, dont l'une baisse tandis que l'autre hausse, ce qui peut servir dans les cas où l'eau se trouve trop basse pour être levée tout d'une venue. Par exemple, si on avoit un puits de 40 pieds de profondeur, on pourra avoir deux corps de pompes, le premier placé environ au milieu de la profondeur du puits, & l'autre au-dessus du rez-de-chaussée; la verge C fera mouvoir le piston qui aspirera l'eau à la hauteur de 18 ou 20 pieds, pour être ensuite reprise par le piston du corps de pompe qui répond à la verge B.

*Moyen de rendre une Pompe aspirante mitoyenne.*

974. La figure 8 montre une autre sorte de pompe aspirante, qui joue par le moyen d'une balance E; la puissance est appliquée à la corde A, & leve le poids B, & ce poids en baissant, fait hausser la verge C. Cette pompe qu'on suppose dans une cour peut devenir, si l'on veut, miroyenne à un jardin, parce qu'ayant une corde attachée au bras D de la balance, & la faisant passer à travers le mur de clôture, en tirant la poignée F, on fera mouvoir le poids B, & par conséquent le piston qui répond à la verge C qui conduira l'eau dans le tuyau G pour la décharger par la gargouille H; mais alors il faut fermer l'autre I & réciproquement. Quant à la figure 9, elle représente deux corps de pompes de bois à l'usage des vaisseaux; on s'en sert aussi pour arroser les jardins.

*Maniere de faire agir alternativement deux Pompes aspirantes.*

975. La figure 3 de la troisiéme planche, représente encore le dessein d'une machine propre à faire jouer à force de bras des pompes aspirantes. La manivelle A à laquelle doit être appliquée la puissance est accompagnée d'une volée B pour entretenir l'uniformité du mouvement. A l'essieu de cette volée est un pignon C

PLAN. 3. FIG. 3. qui s'engraine avec une roue D, dont l'essieu GH est coudé, de maniere à former une double manivelle LMKINO, à laquelle sont suspendues les verges EF des pistons qui aspirent alternativement, pour qu'il n'y ait point de tems perdu.

A l'égard des dimensions qui conviennent le mieux aux parties de cette machine, il faut donner 12 pouces au coude de la manivelle A; 6 à celui de l'autre manivelle MN, 6 au rayon de la roue D, 2 à celui du pignon C; & 3 pieds à celui de la Volée B.

*Calcul de la Machine précédente pour trouver le diametre des pistons, relativement à la puissance & à la hauteur où on veut élever l'eau.*

976. Supposant que l'on veuille élever l'eau à une hauteur de 28 pieds par le moyen de la force d'un homme, que nous estimons de 25 ℔, appliqué à la manivelle A; voici comme on pourra trouver le diametre des pistons, pour que le poids de la colonne d'eau soit proportionné à la puissance.

Si l'on se rappelle ce qui a été enseigné dans les articles 109, 110 & 111, l'on verra que cette machine peut être considerée comme si elle n'avoit qu'un corps de pompe, dont le piston fit monter l'eau sans interruption, & que le bras de levier moyen qui répond au poids, doit être exprimé par les *deux tiers* du coude LM ou NO de la manivelle. Or comme il se rencontre ici quatre bras de levier entre la puissance & le poids, qui sont le coude LM réduit à 4 pouces; le rayon de la roue D de 6, celui du pignon C de 2, & le coude de la manivelle A de 12, la puissance sera au poids (74) comme 4x2 est à 6x12, ou comme 1 est à 9. On pourra donc dire comme 1 est à 9, ainsi 25 est à un quatriéme terme, qu'on trouvera de 225 ℔ pour le poids de la colonne d'eau que la puissance doit élever, dont on aura le volume, en disant. Si 70 ℔ d'eau donnent 1728 pouces cubes, combien donneront 225 ℔? Il vient 5554 pouces cubes, qu'il faut diviser par 28 pieds ou 336 pouces, hauteur de la colonne dont il s'agit; on aura environ 16 pouces & demi pour la superficie du cercle de sa base, qui répond à un diametre de 4 pouces 6 lignes.

*Estimation de la quantité d'eau que cette machine peut élever par heure.*

977. Pour calculer le produit de cette machine, il faut considerer, que le coude de la manivelle MN, étant de 6 pouces, la levée de chaque piston sera de 12; ainsi dans chaque révolution que fera cette manivelle, les deux pistons ensemble déchargeront une colonne d'eau de 2 pieds de hauteur, sur 4 pouces 6 lignes de diametre, qui pese environ 15 ℔ $\frac{1}{2}$.

Le rayon du pignon C n'étant que le tiers de celui de la roue D, il faudra que la puissance fasse faire trois tours à la manivelle A, pour que l'autre MN en fasse un; & comme cette puissance pourra faire en une heure mille révolutions, (121) il suit que la mani-

velle MN, n'en fera que 333 dans le même tems, qui étant multiplié par 15 ½, donne 5161 ℔ d'eau par heure, ou 184 pouces.

978. Voici un moyen assez simple de faire agir deux pompes, à l'aide d'un balancier AB, chargé de poids à ses extrémités; il est porté en équilibre sur deux tourillons C, comme on le peut voir sur le Plan. A droite & à gauche sont deux bouts de planches I, clouées sur deux traverses E, D, attachées à l'essieu. Sur ces deux planches est placé un homme, qui doit donner le mouvement au balancier; & pour qu'il y soit en sureté, on a élevé quatre poteaux assemblés par des lisses d'appui, quatre autres poteaux couverts de deux chapeaux, pourront porter cette balance, n'étant pas nécessaire d'un assemblage plus composé. A 10 pouces de chaque côté de l'essieu, sont suspendues des verges de fer MN qui portent les pistons. L'homme appuyant tantôt sur un pied, tantôt sur l'autre, donnera le mouvement au balancier, aspirera l'eau dans les corps de pompes OP, & la refoulera dans le tuyau montant LH, à une hauteur proportionnée au diametre des pistons, & à l'action du moteur. Il seroit bon de mettre à chaque côté un rouleau porté sur deux ressorts de fer FG, pour aider à relever le balancier. PLAN. 2. FIG. 3. *Maniere de faire agir deux petites Pompes refoulantes, pour élever l'eau dans un reservoir.*

979. Feu M. Morel, de qui je tiens cette machine, & les autres comprises sur la seconde & troisiéme planche, ayant remarqué qu'en plusieurs endroits, au lieu d'employer trois ou quatre hommes, comme on fait ordinairement pour sonner les grosses cloches à toute volée, un seul les mettoit en branle, en faisant effort avec le pied sur l'extrémité d'un planche attachée au mouton, a pensé qu'on pouvoit se servir du même moyen pour composer la machine représentée par la quatriéme figure, dont l'objet est de faire agir deux pompes. Pour cela il suppose que A est un poids de 200 ℔ suspendu à un essieu, comme le seroit une cloche; que cet essieu est traversé d'une barre de fer propre à porter deux verges F, avec leurs pistons pour refouler & aspirer l'eau des corps de pompes D, C, dont on s'est contenté de marquer l'emplacement, sans se mettre en peine de la fourche & du tuyau montant. En effet, un homme pressant du pied le bout de la planche E, comme s'il évoloit une cloche, fera mouvoir les deux pistons; car quand il ne feroit qu'une effort de 60 ℔, le levier ayant 4 pieds de longueur, & les tiges suspendues à un pied du centre de l'essieu, le poids pourra être quadruple de la puissance; par conséquent si l'on suppose les pistons de 2 pouces de diametre, ils pourront refouler une colonne d'eau de 154 pieds de hauteur. *Autre moyen fort simple d'élever l'eau par le moyen des Pomp. s.* PLAN. 2. FIG. 4.

980. La premiere & seconde figure représentent la maniere de PLAN. 2.

FIG. 1. & 2.

*Description d'une machine pour élever l'eau à force de bras, à l'aide des Pompes aspirantes & refoulantes.*

faire agir des pompes aspirantes & refoulantes, mises en mouvement par un ou deux hommes, appliqués à la manivelle A, accompagnée d'une volée Q, à l'essieu de laquelle est un pignon B, qui s'engraine avec deux roues C, D, dont l'essieu est commun à deux autre petites roues E & F, qui ne sont dentées que sur la moitié de leurs circonférences, comme on en peut juger par la cinquiéme figure, qui montre la situation de ces roues par rapport à leurs essieux. Ainsi quand on met la manivelle en mouvement, elle fait tourner le pignon B, par conséquent les roues C, D, de même que les deux autres E, F, qui s'engrainent alternativement dans les coches des regles G & H, attachées aux tiges des pistons, dont l'un refoule l'eau dans le tuyau montant O, tandis que l'autre l'aspire pour la faire monter au-dessus de la soupape inferieure, comme il est aisé de se l'imaginer, en se rappellant ce qui a été expliqué dans les articles 872 & 877. Car on sera attention que les dents des deux petites roues étant situées dans un sens opposé, la premiere E, fait monter la regle G, jusqu'à la derniere coche; après quoi ne présentant plus que la partie qui n'a point de dent, le poids I, dont cette regle est chargée, fait descendre le piston, pour refouler l'eau à une hauteur proportionnée à la grosseur du corps de pompe, & à l'action du poids I, qui doit être superieur à celui de la colonne. D'autre part, tandis que la regle G monte, & que son piston aspire, les dents de l'autre roue F, accrochent la regle H, pour la faire descendre jusqu'à la derniere coche; alors son piston N refoule, ce qui se fait par l'action de la puissance motrice, & aussi-tôt que cette roue présente la partie qui n'est point dentée, la regle H remonte, parce qu'elle est élevée par l'action du poids K, auquel elle répond par une corde qui passe sur deux poulies; ainsi il suffit que la pesanteur de ce poids soit un peu au-dessus de celui de la colonne d'eau que le piston aspire, y compris la résistance causée par le poids de la regle & du piston. J'ajouterai que les regles G & H, doivent glisser dans des coulisses L, pour qu'elles se maintiennent verticales.

Quant aux dimensions de cette Machine, il faut donner un pied de coude à la manivelle A, 6 pieds au diametre de la volée Q, 4 pouces à celui du pignon B, 16 à celui des roues C, D, & 4 au rayon des roues E & F, pris depuis le centre jusqu'au milieu de la saillie des dents.

*Maniere de faire le calcul de cette machine.*

981. Comme entre la puissance & le poids, il y a quatre bras de leviers qui sont le coude de la manivelle de 12 pouces, le rayon du pignon de 2, celui des roues C, D de 8, & celui des roues

E

E & F de 4; la puissance sera au poids comme 2x4 est à 12x8, ou comme 1 est à 12; par conséquent un homme, avec une force de 25 ℔, pourra élever une colonne d'eau de 300 ℔. Il ne reste donc plus qu'à suivre ce qui a été enseigné dans l'art. 976, pour trouver le diametre des pistons; en faisant attention que la hauteur de la colonne d'eau doit être exprimée par celle du reservoir, au dessus du niveau de la source, comme si le tuyau d'aspiration faisoit partie de la hauteur du tuyau montant. (890)

982. La premiere figure de la planche troisiéme, représente le dessein d'une machine exécutée à *Sources*, village d'Alsace, sur la route de Strasbourg à Landau: elle est posée dans un grand puits quarré, dont l'eau est propre à faire du Sel. Pour la bien entendre, il faut être prévenu qu'il y a trois planchers situés à 10 ou 12 pieds les uns des autres; l'assemblage de charpente A est posé sur le premier au bord du puits; le treuil B sur le second, & le bac C sur le troisiéme. On n'a point représenté ces différens étages, parce qu'ils auroient embrouillé la figure.

*Description d'une Machine exécutée à Sources en Alsace pour élever l'eau par le moïen d'une hüse.*

PLAN. 3. FIG. 1.

Une chûte d'eau qui coule le long de l'auge R, fait tourner la roue D, dont l'essieu E est accompagné de quatre pattes X, Y, qui appuyent les unes après les autres sur les leviers F, G, pour faire mouvoir le treuil B, auquel ces leviers répondent par des verges de fer attachées aux extrêmités du balancier K; & comme les bouts de l'autre balancier N, portent les tiges des pistons des corps de pompe I & H, l'on voit qu'ils agissent tous deux à chaque mouvement du treuil; car selon la construction de la machine, le levier F ne sçauroit baisser, sans que l'autre G ne hausse en même tems par le mouvement du balancier K.

La pompe H qui est aspirante, & semblable à celle que nous avons décrit dans l'article 971, éleve l'eau du puits dans le bac C à une hauteur d'environ 24 pieds, ensuite la pompe I, qui est aspirante & refoulante, comme dans l'article 872, la reprend pour la faire monter par le tuyau L à 60 pieds plus haut; d'où elle est conduite dans un reservoir voisin du lieu où se fait le sel, qui se trouve environ à 84 pieds au-dessus de la surface de l'eau du puits. Je ne donne point les dimensions que l'on a suivi dans la construction de cette machine, M. Morel qui l'a dessinée sur les lieux avec assez de précipitation, n'ayant pas eu le tems de les prendre; mais voici celles qui me semblent pouvoir lui convenir.

983. Je suppose que la roue a 5 pieds de rayon, que la longueur des pattes X, Y prise depuis l'axe de l'arbre est de 20 pouces; que la longueur VS du levier FV, depuis son point d'apui

*Dimensions qui peuvent convenir à cette Machine.*

jusqu'à l'endroit S, où l'extrêmité de la patte X commence à appuyer, est de 70 pouces; que le point T où est suspendue la verge qui donne le mouvement au balancier K, est éloigné de 60 pouces du point d'appui V, & que les pistons ont chacun 12 pouces de levée. Cela posé, il faut que l'extrêmité de la patte X, parcoure une certaine longueur déterminée SF du levier prolongé VF, pour que le point T qui a le même mouvement que les pistons, puisse baisser de 12 pouces, & remonter d'autant, tandis que les pattes agiront alternativement sur les leviers F & G; autrement si la patte n'échappe pas l'extrêmité F dans l'instant de la plus basse descente du piston, il arrivera que la machine cessant d'agir, pourra faire un effort capable de casser quelque piece, parce que la roue D allant toujours son train, tendra à surmonter l'obstacle qui voudroit l'empêcher de tourner. Si au contraire la partie SF est plus courte qu'il ne faut, la patte ne faisant pas descendre le point T aussi bas qu'on se l'étoit proposé, l'on ne pourra pas dire que le piston a 12 pouces de levée, ni calculer le produit de la machine sur ce pied-là. Comme le cas dont il s'agit se rencontre souvent dans plusieurs Moulins, je vais m'y arrêter un moment.

PLAN. 3. FIG. 4.

Considerez la figure quatriéme dont le cercle *a* représente l'arbre de la roue, accompagnée de la patte *dc*, qui agit sur le levier *eb*, dont le point d'appui est en *b*, ayant la tige *hk* du piston suspendu au point *h*, comme dans la figure précedente; ainsi en suivant les mêmes mesures, *ac* sera de 20 pouces; *hb*, de 60; *cb*, de 70, & l'intervalle *ab* de 90.

Lorsque la patte *dc* sera sur le point d'échapper le levier *eb*, ses extrêmités *c* & *e* seront réunies au point *g*, & le point *h* sera parvenu en *i*, après avoir décrit l'arc *hi*; alors on aura le triangle *abg*, dont le côté *ab* sera de 90 pouces, & le côté *ag* de 20; d'autre part, l'on a aussi le triangle rectangle *inb*, dont l'hypotenuse *ib* sera de 60 pouces, & le côté *in* de 12, puisqu'il marque la descente du piston. On pourra donc dire comme *in* est à *ib*, ainsi le sinus total est à la secante de l'angle *nib*, qui répond dans les tables à 78 degrés 27 minutes, dont le complément est 11 degrés 33 minutes, pour la valeur de l'angle *nib*. Or comme dans le triangle *agb*, l'on connoît deux côtés & un angle, il est aisé de parvenir à la connoissance du côté *gb*, qu'on trouvera de 79 pouces 6 lignes pour la longueur entiere du levier *eb* ou FV de la premiere figure, d'où retranchant la partie SV de 70, il restera 9 pouces 6 lignes pour l'autre FS que doit parcourir la patte X, afin que le piston descende de 12 pouces.

*Maniere de faire le calcul de la même Machine.*

984. Pour montrer de quelle maniere il faudroit calculer cette machine, considerez que le rayon de la roue étant de 5 pieds ou de 60 pouces, & la longueur de la patte X de 20, la puissance que nous nommerons P, sera à l'effort que fait cette patte au point S, comme 1 est à 3. Ainsi la puissance réduite au point S, pourra être exprimée par $3p$, lorsque le levier FV & la pate X se trouvent dans un même alignement. Or comme ce levier est de la seconde espece, (59) la puissance qui agira au point S, sera à l'effort qu'elle produira au point T, pour pousser la verge de haut en bas, comme VT (60) est à VS (70); ou comme 6 est à 7; l'effort au point T pourra donc être exprimé par $\frac{7}{2}p$.

Pour connoître le diametre des pistons des deux pompes, considerez que puisque celui de la pompe H aspire, tandis que celui de la pompe I refoule, ils soutiendront ensemble le poids d'une colonne d'eau de 84 pieds, ou de 1008 pouces de hauteur. Pour avoir la base de cette colonne en pouces quarrés, il faut commencer par réduire $\frac{7}{2}p$ en pouces cubes, en disant : comme 70 ℔ est à 1728 pouces, ainsi $\frac{7}{2}p$, est à un quatriéme terme, qui donne $\frac{432}{5}p$, qu'il faut diviser par 1008 pouces; il vient après la réduction $\frac{3}{35}p$, pour la superficie du cercle des pistons, qu'il faut multiplier par $\frac{14}{11}$, pour avoir le quarré du diametre, qui étant réduit donne $\frac{6}{55}p$, dont la racine sera le diametre que l'on cherche.

Supposant que la force respective de la chûte de l'eau, sur chaque aube de la roue dans le cas du plus grand effet, soit de 110 ℔, substituant ce nombre à la place de $p$, il viendra 12 pouces quarrés, dont la racine donne 3 pouces 5 lignes 6 points pour le diametre des pistons.

On remarquera, que quoique chaque patte X & Y soient capables d'une force exprimée par $3p$, il n'y aura que celles qui agiront sur le levier FV qui l'exerceront toute entiere, parce qu'il n'y a que ce levier qui aspire & refoule l'eau; car pour les autres pattes Y elles n'exercent qu'une très-petite partie de leur force; ce levier G n'agissant point uniformement, la roue à chaque révolution doit tourner plus vîte dans un tems que dans l'autre. Un second défaut de cette machine vient de la patte X, qui ne presse pas non plus également la partie SF du levier, parce que la direction, selon laquelle elle agit, change à chaque point du chemin qu'elle parcourt, de même que la longueur du levier VS qui va toujours en croissant. Pour rectifier cette partie, il faudroit que la patte X, au lieu d'être droite, eut la figure d'une *Epicicloïde*, comme M. de la Hire l'a enseigné dans le Traité qu'il a fait sur ce sujet.

*Machine proposée par M. Morel, pour produire le même effet que la précédente.*

985. Pour produire le même effet que dans la machine précedente, mais d'une maniere beaucoup plus simple, M. Morel suppose qu'on a eu une chûte d'eau pour faire tourner la roue A; que son essieu est accompagné de deux demies roues dentées B, C, posées du même coté, environ à trois pieds de distance l'une de l'autre, pour mouvoir des pompes. Pour cela il se sert de deux regles, aux extrémités desquelles sont attachées les tiges des pistons.

PLAN. 3. FIG. 2.

Ces regles qu'on suppose glisser dans des coulisses D, E, pour les maintenir à plomb, sont dentées sur la hauteur de 12 pouces, du sens qu'on le voit représenté: l'une de ces regles est chargée du poids F, pour faire descendre le piston de la pompe aspirante H; au bout de l'autre est attachée une corde qui passe sur deux poulies, & va répondre au poids G, servant à enlever le piston de la pompe refoulante I; chacune de ces regles est accompagnée d'une cheville, pour limiter son mouvement par la rencontre des coulisses D E.

Lorsque la roue A tourne, l'on voit que la demi roue B doit faire monter la regle D, en l'engrenant jusqu'à la derniere coche, & qu'aussi-tôt qu'elle l'échappe, le poids F doit faire descendre le piston. D'autre part, le poids G tenant la regle E élevée à une hauteur convenable; lorsque la demi roue *c* viendra rencontrer les dents de cette regle, elle l'obligera à descendre pour refouler l'eau de la pompe L dans le tuyau montant K; ensuite le poids G relevera la regle tout de nouveau, ainsi les pistons aspireront & refouleront alternativement, de la même maniere qu'on l'a expliqué dans l'article 982.

Comme la roue B n'exercera qu'une force médiocre pour aspirer l'eau à 24 pieds de hauteur, & surmonter la résistance du poids F, joint à celui du piston, & qu'au contraire il faudra que la demie roue C, agisse avec une force beaucoup plus grande sur la regle E, pour vaincre en même tems la résistance du poids G, & celui de la colonne d'eau que le piston doit refouler à une hauteur de 60 pieds; il arrivera encore que la roue A tournera inégalement. Au reste, n'ayant pas prétendu donner pour modele les machines précedentes, je laisse à la discretion de ceux qui voudront en faire construire, d'en tirer ce qu'ils y rencontreront de bon, sans me mettre en peine du sentiment qu'ils en auront; il suffit qu'elles m'ayent donné lieu à insinuer de quelle maniere l'on doit faire l'analyse des machines exécutées, pour se mettre en état de les rectifier.

PLAN. 4. *Description d'une Ma-*

986. La planche quatriéme comprend les dévelopemens d'une fort belle machine exécutée à *Nynphenbourg* par M. le Comte de

Wahl, Directeur des Bâtimens de l'Electeur de Baviere; son objet est d'élever l'eau à 60 pieds dans un reservoir, pour la faire jaillir dans le jardin Electoral.

*chine pour élever l'eau par le moien des pompes refoulantes, exécutée à Nymphen-bourg, en Baviere.*

L'eau du Canal fait tourner une roue dont l'arbre est accompagné de deux manivelles A, qui aboutissent à des *tirans* de fer B, répondant à des bras de levier D, qui font mouvoir deux treuils C, à chacun desquels sont attachés six balanciers E, que l'on distingue particulierement dans la troisiéme figure, portant les tiges F des pistons de 12 corps de pompes G, partagés en quatre équipages. FIG. 1. 2. & 3.

Chacun de ces équipages est renfermé dans une basche IK, au fond de laquelle sont assis les corps de pompes, arrêtés avec des vis sur deux madriers H percés de trous, pour que l'eau du Canal, qui vient se rendre dans les basches par des tuyaux de conduite R, puisse s'introduire dans les corps de pompe. FIG. 1. 2. 5. & 6.

Les trois branches L de chaque équipage, se réunissent aux fourches O, qui aboutissent aux tuyaux montans P, qui conduisent l'eau au reservoir; & pour que les pompes qui répondent à chacun de ces tuyaux soient solidement établies, on les a liées ensemble par des entretoises N, aux extrêmités desquelles il y a des bandes de fer qui embrassent les pompes, comme on en peut juger par la quatriéme figure, qui représente une de ces pompes avec sa branche, exprimée plus sensiblement que dans les autres. FIG. 4.

L'eau du Canal Q, qui aboutit à la chûte, a 2 pieds de profondeur, & 2 de vitesse par seconde; & comme elle coule ensuite dans le coursier le long d'un plan incliné TX, dont la hauteur TV est de 10 pieds, l'on voit que pour estimer la force absolue du courant sur les aubes, il faut selon l'article 574 chercher une moyenne proportionnelle entre SV & ST, c'est-à-dire, entre 2 & 12, qu'on trouvera d'environ 4 pieds 10 pouces 8 lignes, qui répond dans la premiere Table à une vitesse de 17 pieds 1 pouce 6 lignes; ainsi la puissance absolue pourra être regardée comme équivalente au poids d'une colonne d'eau, qui auroit pour base la superficie d'une des aubes, & pour hauteur 4 pieds 10 pouces 8 lignes. (578) FIG. 6.

Le diametre de la roue est de 24 pieds, ses aubes ont 5 pieds de longueur sur un de hauteur, par conséquent la puissance absolue est équivalente à un poids de 1715 ℔.

Les manivelles ont un pied de coude, & sont disposées de façon, que quand l'une est horisontale, l'autre est verticale, afin qu'il n'y ait jamais que les pistons d'un des quatre équipages qui refoulent en même tems sur une levée de 2 pieds, par l'action d'une puissan-

ce, qui n'eſt que la douziéme partie du poids des trois colonnes d'eau que ces piſtons ſoutiennent, le coude de la manivelle n'étant que la douziéme partie du rayon de la roue.

*Les pompes de cette machine ſont très-defectueuſes.*

987. Le diametre des corps de pompe eſt de 10 pieds, & celui de leur branche de 3; ainſi le cercle de ce dernier ne ſera exprimé que par 9, tandis que celui des piſtons le ſera par 100, défaut commun à toutes les pompes refoulantes, & plus conſiderable ici qu'ailleurs, vû les différens coudes que l'on a fait faire à ces branches, qui ſont cauſe que l'eau ne peut monter, ſans rencontrer pluſieurs obſtacles qui s'oppoſent à ſon paſſage, & qui occaſionnent à la puiſſance plus de force qu'elle n'en employeroit ſi les pompes étoient bien faites; & comme ce ſurcroît de force ne peut avoir lieu, ſans que la viteſſe reſpective du courant n'augmente, & que celle de la roue ne diminue à proportion; le produit de la machine doit être beaucoup au-deſſous de ce qu'il devroit être naturellement; à cela près, il faut convenir que cette machine eſt fort ſimple & bien entendue, méritant d'être imitée en tout ou en partie, lorſqu'on voudra élever l'eau au-deſſus du rez-de-chauſſée. (971)

## *Deſcription & Analyſe d'une Machine exécutée au Val Saint Pierre.*

Voici une nouvelle machine pour faire agir des pompes refoulantes, exécutée au Val-Saint-Pierre, Chartreuſe en Tierache, à deux lieues de Vervins, ſituée ſur une hauteur, eu égard à une partie de la campagne des environs. Depuis ſa fondation, qui eſt fort ancienne, l'on n'avoit d'autres moyens d'avoir de l'eau, qu'en la tirant d'un puits d'une extrême profondeur, lorſqu'en 1720 le Livre du Chevalier Morland étant tombé entre les mains de Dom. Fougéres, alors Prieur de cette Maiſon, il ſaiſit la penſée de cet Auteur, au ſujet des *Ellipſes* qu'il propoſe en la place des manivelles, pour faire agir des pompes, & les appliqua à une machine mue par un cheval, pour élever l'eau d'une ſource à cent cinquante pieds de hauteur dans un reſervoir, d'où elle eſt enſuite diſtribuée par toute la maiſon.

PLAN. 5. & 6

L'eſpace EFGH (fig. 1.) repréſente le plan du couvert où cette machine eſt renfermée; au milieu eſt un arbre tournant I, poſé verticalement, ſervant d'axe à un rouet, comme on en peut juger par la deuxiéme & troiſiéme figure, qu'il ne faut point perdre de vûe. Ce rouet s'engraine avec une lanterne M, dont l'eſſieu KL enfile trois Ellipſes N égales & ſemblables, faites de madrier, dans

la circonférence desquelles on a pratiqué un canal comme aux poulies : ces Ellipses sont situées de façon, que si elles étoient appliquées l'une sur l'autre, les extrêmités de leur grand axe formeroient les six points angulaires d'un exagone régulier A, B, C, D, E, F. FIG. 11.

A l'endroit marqué O, est un poteau, au sommet duquel on a pratiqué trois fentes (fig. 6.) pour y passer autant de balanciers PS, traversés d'un boulon qui leur sert d'essieu commun; & pour qu'ils soient toujours maintenus dans la même direction, on les a dirigés par des chassis TV (fig. 2 & 5.) attachées à une poutre.

L'une des extrêmités de chaque balancier est embrassée par deux jumelles SQ, qui laissent entr'elles un vuide pour loger des roulettes R, qui tournent dans le canal des Ellipses: (fig. 2 & 3.) à l'autre extrêmité X, on a suspendu les tiges XY des pistons de trois corps de pompe, placés dans une petite cave, qui renferme la source, (fig. 4 & 5.) où ils sont embrassés par des fourches de fer 7, 8, liées aux pieds droits de la voûte. Quant aux branches 9 de ces corps de pompe, elles aboutissent à l'endroit 26 au tuyau montant qui traverse un des pieds droits de la cave, & de-là va le long d'une rampe de 200 toises gagner le reservoir.

*Explication du jeu de cette Machine.*

988. Pour entendre le jeu de cette machine, l'on voit qu'ayant attelé le cheval au Palonier 4 (fig. 1.) & attaché son licol à la barre 5, 6, qui lui sert de guide; que venant à marcher, il fait tourner le rouet & la lanterne M, par conséquent les Ellipses qui donnent le mouvement aux balanciers, par la différence des axes; car lorsque le grand est vertical, le centre des roulettes est monté d'une hauteur égale à *la moitié de la différence du grand axe au petit*, au lieu qu'il est descendu de la même hauteur quand cet axe devient horisontal: l'on voit que chaque roulette parcourt la demi-circonférence d'une Ellipse, en montant & en descendant, & que pendant sa révolution entiere, le piston de son balancier aspire & refoule l'eau deux fois, les roulettes n'abandonnant jamais le canal où elles cheminent, parce que la partie OQ des balanciers l'emporte par sa longueur, & son poids sur la résistance qui répond à l'autre partie PO.

L'on peut donc regarder chaque Ellipse comme la réunion de quatre plans inclinés & curvilignes, tournant autour d'un point fixe & concevoir qu'à chaque révolution de l'essieu KL, un premier plan contraint le poids de monter du pied au sommet, qu'ensuite en succede un second, le long duquel le poids descend par la seule action de sa pesanteur; puis un troisiéme qui le fait monter comme en premier lieu; & puis un quatriéme, le long duquel il descend.

*Les Ellipses sont preferables aux manivelles.* 989. Les trois Ellipses ne se trouvant jamais dans la même situation, il arrive que tandis qu'une des roulettes monte, il y en a deux qui descendent, que peu après il n'y en a plus qu'une qui descend & deux qui montent; d'où il suit que les pistons aspirent & refoulent l'eau, selon les variations qui se rencontrent dans la manivelle triple (115) toute la différence, c'est qu'ici les pistons aspirent & refoulent l'eau six fois à chaque révolution de l'axe KL, au lieu que dans un tour de la manivelle ils n'aspirent & refoulent que trois fois; ce qui montre que les Ellipses ont la proprieté de doubler la vitesse des pistons, toutes choses d'ailleurs égales, ce que la manivelle triple ne pourroit produire sans un double engrainement. Un avantage encore des Ellipses, c'est de rendre l'action de la puissance beaucoup plus uniforme, parce que les angles que forment ici les axes ne sont que de 60 degrés; c'est-à-dire, moitié de ceux qui naissent des coudes de la manivelle triple.

Ne connoissant point de Machine plus simple & plus commode que celle-ci pour élever à peu de frais une grande quantité d'eau à une hauteur considérable, soit pour les besoins de la vie, soit pour la faire jaillir dans un jardin de plaisance, je vais m'attacher à en donner les dimensions telles qu'elles conviennent le mieux, sans me mettre en peine de celles qui ont été suivies dans l'exécution.

*Dimensions du rouet & de ses parties.* 990. Le rouet a 6 pieds de rayon, depuis le centre jusqu'à la circonférence sur laquelle sont placées les dents. Les sentes qui doivent être à double membrures, posées l'une sur l'autre, ont 9 pouces d'épaisseur & autant de largeur. Les dents qui sont au nombre de 101, ont 16 pouces de longueur, 4 de saillie, & 12 de racine, 3 pouces 6 lignes de largeur, $1\frac{1}{2}$ d'épaisseur au sommet, & $2\frac{1}{2}$ par le bas à cause du talon; la racine a $2\frac{3}{4}$ pouces d'épaisseur en quarré par le haut réduit à $1\frac{1}{3}$ pouce par le bas. Quant à l'arbre tournant, son diamétre est de 18 pouces.

991. Pour que le cheval en tournant puisse passer commodément sous l'arbre LK de la lanterne, il faut que le sommet des dents du rouet, soit élevé de 5 pieds & demi au-dessus du rez-de-chaussée. Le limont 2, 3, doit avoir 14 pieds de longueur, depuis le centre du rouet, jusqu'à l'endroit où est attaché le palonnier, & pour que le cheval puisse se mouvoir commodément, il faut que les trois côtés EF, FG, EH soient éloignés de 18 pieds du centre du rouet, au lieu que dans la figure cet intervalle n'est que de 15 pieds, faute que l'on a faite en construisant le bâtiment. *Fig. 5. & 6.*

*Dimensions* 992. Les fuseaux de la lanterne sont au nombre de 20, leur diamétre

métre de 2 pouces 6 lignes, & la circonférence qui répond à leur axe a 34 pouces de diamétre, & celui des tourteaux 44; ils sont faits de madrier de 5 pouces d'épaisseur, & l'arbre qui sert d'essieu à la lanterne & aux Ellipses, doit avoir 16 pouces de diamétre. *des parties de la Lanterne.*

993. Les Ellipses sont éloignées de 6 pouces l'une de l'autre, & composées de madriers de 7 pouces d'épaisseur, leur canal est de 4 pouces de largeur, sur $1\frac{1}{2}$ de profondeur; ainsi elles ont deux rebords dont la saillie ne fait point partie de la longueur des axes, qui doivent être mesurés du fond du canal, dans lequel il regne une bande ou frette de fer servant à lier les madriers. Le grand axe de ces Ellipses doit être de 5 pieds, & le petit de 3; ainsi la moitié de la différence de ces deux axes est de 12 pouces, qui est le chemin que les roulettes font en montant & en descendant. (988) *Dimensions des Ellipses.*

994. La longueur des balanciers prise depuis le centre des roulettes jusqu'au point de suspension des pistons, doit être de 25 pieds, sur 5 à 9 pouces d'équarrissage posés de can; & leur centre de mouvement élevé de 9 pieds 6 pouces au-dessus du rez-de-chaussée, afin que chaque balancier se trouve dans une situation horisontale, lorsque sa roulette répond aux extrêmités du grand axe de l'Ellipse. *Dimensions des balanciers.*

Les roulettes qui sont de bois doivent avoir un pied de diamétre sur 3 pouces d'épaisseur, fortifiées par un cercle de cuivre.

995. Le centre de mouvement des balanciers doit être éloigné de 15 pieds de celui des roulettes, afin que la partie qui répond aux pistons se trouvant les deux tiers de l'autre, les levées des pistons soient de 8 pouces, c'est-à-dire, les deux tiers du chemin des roulettes. *Les bras du balancier doivent être dans la raison réciproque du chemin des roulettes & de la levée des pistons.*

996. Les corps de pompes ont intérieurement $2\frac{1}{2}$ pouces de diametre sur 12 de hauteur. (fig. 7 & 8.) Leur figure exterieure est composée de quatre faces, chacune de 3 pouces 2 lignes de largeur: ils sont unis par le bas à un culot 18 percé de trous, afin que l'eau qu'aspirent les pistons, n'entraîne point d'ordure, & entre ce culot & le corps de pompe, se trouve prise la languette d'une soupape à coquille développée par les figures 11, 12, 13, 14 & 15, ausquelles je ne m'arrête point, ayant été suffisamment expliquées dans l'art. 961. l'on fera seulement attention que les nombres qui accompagnent ces figures, ne servent qu'à faire voir la correspondance des parties semblables. *Détail des corps de pompe tels qu'ils sont exécutés au Val-Saint-Pierre.*

997. Dans l'une des faces du corps de pompe, l'on voit (fig. 8.) l'orifice 19 qui répond à la branche représentée dans la figure 7, observant que chacune de ces branches, qui n'ont gueres intérieure-

ment qu'un pouce de diametre, comprend une ſoupape dans la partie 20, 21, ſemblable à la précédente, placée entre les brides 21 & 22 pour retenir l'eau du tuyau montant, dans le tems que le piſton aſpire.

Les piſtons (fig. 9 & 10) ſont des cylindres de fonte, ayant une queüe 27 de même métal, attachée à une double ſourche 29, qui embraſſe auſſi la tige 28, qui n'eſt autre choſe qu'un bout de ſolive de 4 pouces d'équarriſſage, & d'une hauteur proportionée à la ſituation de la ſource. Le corps de ces piſtons eſt compoſé de deux parties, l'une 30, 31, a 8 pouces de hauteur ſur 2 pouces 5 lignes de diametre, & l'autre 32, 33, 4 pouces de hauteur ſur 15 lignes de diametre; à ſon extrêmité eſt une vis 36 qui s'ajuſte dans une écroue 34, 35, ſervant à retenir & à reſſerrer un nombre de rondelles de cuivre 27, 28, comme dans l'article 957.

*998.* Quant à l'action du piſton, l'on ſent bien que lorſqu'il aſpire, le poids de l'atmoſphere, qui agit ici en plein, force l'eau d'entrer dans les corps de pompe, en ouvrant la ſoupape qui eſt dans le fond, & qu'au moment qu'il refoule, cette ſoupape ſe refermant, l'eau paſſe dans la branche, leve la ſeconde ſoupape, & monte dans le tuyau de conduite.

*Ces pompes ne ſont point à imiter, ayant le défaut commun à toutes celles de cette eſpece.*

*999.* Les branches des corps de pompe n'ayant gueres qu'un pouce de diametre, tandis que celui des piſtons eſt de 2 ÷ (*996*, *997*), l'on voit que l'eau eſt contrainte de paſſer dans un tuyau, dont la groſſeur n'eſt que la ſixiéme partie de celle du piſton, & que les ſoupapes qui répondent au tuyau montant, étant à coquille, le cheval qui fait agir la Machine, employe une partie de ſa force à ſurmonter les obſtacles que l'eau rencontre en ſon chemin, qui eſt le même cas que dans l'art. *987*, & auquel je ne m'arrête point préſentement, parce que l'on trouvera dans le Chapitre cinquiéme la maniere de l'éviter.

*Maniere de calculer le produit de cette Machine.*

1000. Pour calculer le produit de cette machine, on ſçaura que le cheval qui la meut, fait deux tours par minute, par conſéquent 130 par heure, & qu'à chaque tour, il parcourt 14 toiſes 4 pieds: ainſi ſa viteſſe eſt de 1760 toiſes par heure, qui approche fort de celle qu'on a coutume de lui attribuer.

Le rouet ayant 101 dents (*990*) & la lanterne 20 fuſeaux (*992*), elle ſera 5 $\frac{1}{20}$ tours contre le rouet un; & comme ce dernier en fait 120 par heure, il ſuit que la lanterne en ſera *606* dans le même tems; & comme chaque piſton refoule deux fois à chaque tour que fait la lanterne, (*988*) les trois feront donc enſemble *3636* relevées en une heure.

Les pistons ayant 2 $\frac{1}{2}$ pouces de diametre; & 8 pouces de levée, (995) chacun en refoulant une fois, fera passer dans le tuyau de conduite une colonne d'eau de 39 $\frac{2}{7}$ pouces cubes, qui étant multiplié par 3636, donne 142843 pouces cubes, ou un peu plus de 10 muids, pour la quantité d'eau que la machine fournit par heure, à une hauteur de 150 pieds, sur quoi l'on remarquera que le même cheval travaille ordinairement quatre heures le matin & autant l'après-midi. Ayant fait mettre à sec le reservoir, & fait agir la machine pendant quatre heures, j'ai mesuré l'eau qui s'y étoit rendue, pour voir si le produit étoit conforme à mon calcul, j'ai trouvé qu'il s'y étoit rendu 324 pieds cubes d'eau, ou 40 muids & demi.

*La superficie des cercle des pistons doit être proportionnée à la hauteur où on veut élever l'eau.*

1001. Lorsque l'on voudra construire cette machine pour élever l'eau au-dessus ou au-dessous de 150 pieds, il faudra diminuer le cercle des pistons, à proportion qu'on voudra élever l'eau à une plus grande hauteur; autrement si on leur donnoit le même diametre qu'au Val-Saint-Pierre, il pourroit arriver que la force d'un cheval ne suffiroit pas pour faire agir la machine. Si au contraire on veut élever l'eau à une hauteur moindre, il faudra augmenter le cercle des pistons à proportion, autrement le cheval ayant toujours à peu près une vitesse de 1800 toises par heure, ne fera pas monter une quantité d'eau proportionnée à sa force moyenne. Pour déterminer la grosseur des corps de pompe dans l'un ou l'autre de ces cas, relativement à l'effet actuel de cette machine; voici une regle générale que je donne, principalement pour la satisfaction de ceux qui n'ont qu'une médiocre connoissance des Mathématiques.

Le diametre des pistons étant de 2 pouces 6 lignes, (996) son quarré sera de 6 pouces & un quart, qui étant multiplié par 150 pieds, donne 937 $\frac{1}{2}$ qu'on peut prendre pour le poids de la colonne d'eau que chaque piston refoule; mais comme le diametre des mêmes pistons pourroit être un peu plus grand, si les pompes de cette machine n'avoient point les défauts que nous y avons remarqué, (999) le produit précédent seroit aussi plus grand; c'est pourquoi en les supposant parfaites, on pourra prendre 1000 pour l'expression de la colonne d'eau, au lieu de 937 $\frac{1}{2}$, encore sera-t'elle au-dessous de ce qu'elle pourroit être.

*Reglee pour determiner le diametre des pistons de cette machine, re-*

1002. Lorsqu'on voudra construire la machine du Val-Saint-Pierre, en suivant exactement les dimensions que nous avons données au rouet, à la lanterne, aux Ellipses & aux balanciers; il faudra, pour trouver la diametre des trois corps de pompe, diviser le nombre 100 par la quantité de pieds qui exprime la hau-

*latívement à la hauteur où l'on veut élever l'eau.*

teur où l'on veut l'élever l'eau; extraire la racine quarrée du quotient, elle donnera le diametre que l'on cherche: par exemple, si l'on vouloit élever l'eau à 60 pieds, il faudra diviser 1000 par 60, le quotient donnera $16\frac{2}{3}$ pour le quarré du diametre, dont la racine est de 4 pouces 1 ligne.

*Maniere de calculer le produit de cette Machine, relativement à la grosseur des corps de pompe.*

1003. Pour sçavoir la quantité d'eau que les nouvelles pompes fourniroient par heure, en supposant toujours leurs pistons de 8 pouces de levée, on dira si $6\frac{1}{4}$, quarré du diametre des pistons du Val-Saint-Pierre, donne 10 muids d'eau pour le produit de la machine par heure, combien donnera $16\frac{2}{3}$ quarré du diametre des nouveaux pistons pour leur produit, il viendra $26\frac{2}{3}$ muids.

S'il arrivoit que le terrain ne permit pas de placer les corps de pompe dans l'eau comme au Val-Saint-Pierre, on pourra les situer au-dessus à la hauteur qu'on jugera la plus convenable, en y faisant des tuyaux d'aspiration, pour pouvoir élever l'eau d'un ruisseau ou d'une riviere; alors on observera de diviser le nombre 1008, non par la hauteur du reservoir, au-dessus de l'endroit où seront placées les pompes, mais bien par la hauteur qui marquera l'élevation de ce reservoir au-dessus du niveau des plus basses eaux.

*Lorsque les pistons refoulent de bas en haut, il faut que les roulettes soient posées au-dessous des Ellipses.*

1004. Si l'on avoit quelque raison pour faire des pompes, dont les pistons refoulent de bas en haut plûtôt que de haut en bas, on pourra encore se servir des Ellipses pour donner le mouvement aux balanciers, en faisant ensorte qu'elles prennent les roulettes en dessus, au lieu de les prendre en dessous. En ce cas il faudra que le cheval tourne d'un sens opposé à celui où nous l'avons consideré, & que le rouet, l'essieu de la lanterne, & les balanciers soient placés à une hauteur convenable, pour qu'il ne rencontre point d'obstacles en son chemin; c'est à quoi il convient de penser serieusement avant que d'assembler les pieces de la machine.

De toutes les machines qui sont venues à ma connoissance, je n'en ai point rencontré de plus difficile à calculer que celle que je viens de décrire, parce qu'on ne peut parvenir à déterminer le rapport de la puissance au poids, qu'avec le secours d'une théorie fort subtile, qui ne pouvant être entendue que de peu de personnes, je me contenterai d'en déduire quelques regles de pratique, dont on trouvera l'origine dans les recherches que j'ai faites, au sujet des Ellipses qui tournent sur leur centre, pour élever un poids, que je donne dans un discours separé, m'ayant paru digne de la curiosité des Sçavans.

*Le bras de levier qui repond à*

1005. Pour peu qu'on y fasse attention, l'on verra que lorsqu'une Ellipse en tournant sur son centre, éleve un poids, le bras

de levier qui répond à ce poids, varie ſans ceſſe, c'eſt-à-dire, qu'il paſſe du plus petit au plus grand, & enſuite du plus grand au plus petit. (1018) Or il faut être prévenu *que le plus grand ſe trouve égal à la différence des deux demi-axes de l'Ellipſe*, (1024) & que c'eſt celui qui doit entrer dan; le calcul de la machine, lorſqu'elle eſt mûe par un animal, dont la force étant ſenſée limitée, ne doit point être inferieure à la plus grande réſiſtance que le poids peut oppoſer, au lieu que quand elle eſt mûe par un courant, l'on peut prendre un bras de levier moyen, ſelon ce qui a été dit au ſujet de la manivelle ſimple (109); par conſéquent le bras de levier, qui doit ſuivre immédiatement le rayon de la lanterne, eſt ici de 12 pouces. (*993*)

*l'action des Ellipſes variant ſans ceſſe, il faut faire le calcul ſur le plus grand, qui ſe trouve égal à la différence des deux demi-axes.*

1006. Comme l'Ellipſe en tournant pouſſe la roulette ſelon une direction oblique, qui eſt cauſe que l'action du poids eſt compoſée de celle de ſa peſanteur propre, & de la réſiſtance horiſontale, qui naît de la part de l'eſſieu des balanciers. (1018) L'on ſçaura que *la peſanteur abſolue du poids que l'Ellipſe doit ſurmonter, eſt à ſa plus grande réſiſtance, comme le produit de ces deux axes eſt à la différence des quarrés des mêmes axes*, c'eſt-à-dire (993) comme $5\times3$ eſt à $5\times5 - 3\times3$, ou comme 15 eſt à 16. (1026)

*Il y a un inſtant où les Ellipſes éprouvent en tournant une réſiſtance plus grande que celle qui naît de la peſanteur abſolue du poids.*

1007. Pour bien entendre ce que je cherche à inſinuer, il faut s'imaginer que la réſiſtance qu'oppoſe la roulette d'un balancier, tient lieu d'un poids poſé ſur un plan incliné, retenu par une direction parallele à ſa baſe; alors ſelon l'art. 83, *la puiſſance qui voudroit élever le poids en pouſſant le plan, ſera à ce poids comme la hauteur du plan eſt à ſa baſe*. Or ſi la hauteur du plan étoit exprimée par 16, & ſa baſe par 15, la puiſſance le ſeroit par les $\frac{16}{15}$ du poids; & voilà le cas où l'on peut conſiderer l'Ellipſe, quand elle agit par ſon plus grand bras de levier, (1005) & que le poids lui réſiſte le plus; ainſi nommant $x$, la réſiſtance qu'oppoſeroit chaque piſton, ſi la roulette de ſon balancier étoit pouſſée de bas en haut, ſelon une direction verticale, l'on aura $\frac{16}{15}x$, pour celle que l'Ellipſe doit ſurmonter, lorſqu'elle agira par un bras de levier de 12 pouces.

*L'action des Ellipſes eſt dans le même cas qu'un plan incliné qu'on introduit ſous un corps pour l'élever.*

1008. Si l'on avoit trois Ellipſes, dont les grands axes fuſſent paralleles, qu'ils fiſſent agir en même tems trois piſtons de même diametre, la réſiſtance que la puiſſance motrice éprouveroit, à l'inſtant où les Ellipſes agiroient par leurs plus grands bras de levier, ſeroit triple de celle qui répond à une ſeule; mais comme les trois Ellipſes de notre machine ſont diſpoſées de façon, que tandis que la premiere agit par ſon plus grand bras de levier, celui de la ſeconde qui répond au piſton, qui refoule en même tems, n'eſt

*Eſtimation de la plus grande réſiſtance, que peuvent oppoſer les piſtons de cette Machine.*

que la moitié du plus grand; l'on voit que cette puiſſance ne ſoutient alors que *la moitié de la réſiſtance des trois piſtons précédens*; par conſéquent l'on aura $\frac{1}{2}\times\frac{16}{5}x$, ou $\frac{8}{5}x$ pour l'expreſſion du poids que la machine doit mouvoir.

*L'on peut dans le calcul des machines, dont le mouvement ſe communique par de grands bras de levier, négliger l'eſtimation du frottement des pivots & des tourillons.*

1009. Avant que de commencer le calcul de la Machine, je ferai obſerver que les frottemens du pivot du rouet, des tourillons de la lanterne, & de l'eſſieu des balanciers, étant peu de choſe, nous les regarderons comme nuls, pour rendre les opérations plus ſimples; ainſi nous n'aurons égard qu'à celui qui naît de la rencontre des dents du rouet & des fuſeaux de la lanterne, c'eſt pourquoi nous multiplierons 180 tb, force moyenne d'un cheval (124) par $\frac{17}{18}$ ſelon l'article 291, dont le produit donne 17. tb pour la puiſſance réduite.

*Calcul de la machine du Val-Saint-Pierre, pour connoître le poids de la colonne d'eau que chaque piſton refoulera.*

1010. Comme entre la puiſſance & le poids il y a ſix bras de leviers qui ſont, le limon de 14 pieds (*991*) ou de 168 pouces; le rayon du rouet de 6 pieds (*990*) ou de 72 pouces; le rayon de la lanterne de 17 pouces; (*992*) le plus grand bras de levier de l'Elipſe de 12 pouces; (1005) celui qui vient de la partie du balancier répondant à la roulette, que nous exprimerons par le nombre 3, & le dernier qui répond au piſton, qui pourra être exprimé par 2, puiſqu'il n'eſt que les deux tiers du précédent: (*995*) multipliant de ſuite ceux qui répondent au poids, & ceux qui répondent à la puiſſance, ſelon l'article 74, l'on aura dans l'état d'équilibre, 170 tb, $\frac{8}{5}x$ :: $72\times12\times2$, $168\times17\times3$, d'où l'on tire $2765\times x = 1456560$, ou $x = \frac{1456560}{2765} = 526$ tb, dont le réſultat montre que chaque piſton pourra refouler une colonne d'eau du poids de 526 tb.

*Maniere de connoître le diametre des piſtons, en ſupoſant les pompes parfaites.*

1011. Pour connoître le diametre des piſtons, il faut réduire en pouce la colonne précédente, en diſant. Si 70 tb, peſanteur d'un pied cube d'eau, donne 1728 pouces, combien donneront 526 tb, l'on trouvera 12984 pouces cubes, pour la maſſe de cette colonne, qu'il faut diviſer par la hauteur de la même colonne, que nous avons dit être de 150 pieds, ou de 1800 pouces, il viendra environ $7\frac{1}{5}$ pouces quarrés pour la ſuperficie du cercle du piſton, dont on aura le diametre, en extrayant la racine quarrée de $\frac{14}{11}\times7\frac{1}{5} = 9\frac{4}{15}$, qu'on trouvera de 3 pouces & environ une ligne; qui montre que la machine du Val-Saint-Pierre ne remplit point tout l'effet qu'on pourroit en attendre, par la mauvaiſe conſtruction des pompes, qui ſont cauſe, comme je l'ai déja remarqué (999) que la force du cheval n'eſt point totalement employée à ſurmonter le poids de l'eau.

1012. Pour en juger, il faut se rappeller (996) que les pistons de cette machine n'ayant que 2 pouces 6 lignes de diametre, leur quarré sera de $6\frac{1}{4}$ pouces; & comme ils pourroient être de $9\frac{6}{11}$, l'on connoîtra l'effet de ce dernier, en disant : Si $6\frac{1}{4}$ donne 10 muids par heure, combien donneront $9\frac{6}{11}$, on trouvera 15 muids $\frac{3}{11}$ pour le produit dont cette machine seroit capable, si elle étoit rectifiée.

*Quand cette Machine sera rectifiée, la force moyenne d'un cheval pourra élever quinze muids d'eau par heure, à 150 pieds de hauteur.*

1013. Nous avons dit (1006) que la résistance absolue de la roulette d'un des balanciers, étoit à sa plus grande résistance relative, comme le produit des deux axes d'une Ellipse, étoit à la différence des quarrés des mêmes axes; par consequent si cette différence étoit égale au produit des axes, l'Ellipse en tournant n'auroit jamais à surmonter une résistance au-dessus de celle que la roulette peut opposer naturellement, & il suffiroit dans le calcul de la machine, de n'avoir simplement égard qu'au plus grand bras de levier relatif à l'Ellipse; (1005) il doit donc y avoir un rapport déterminé entre ces deux axes, pour que la résistance du poids n'excede jamais sa pesanteur propre.

*L'on peut déterminer les axes des ellipses, de maniere qu'elles n'auront jamais à surmonter une résistance au-dessus de la pesanteur absolue du poids.*

1014. Pour découvrir ce rapport nous, supposerons que le grand axe AB étant donné, il s'agit de trouver le petit CD, en sorte que l'on ait $AE \times ED = \overline{AE}^2 - \overline{ED}^2$. Ayant nommé AE, $a$; ED, $x$; l'on aura $ax = aa - xx$, ou $xx + ax = aa$, qui étant réduit, donne $x = \sqrt{aa + \frac{aa}{4}} - \frac{a}{2}$, dont voici la construction.

*Calcul pour déterminer les axes des Ellipses.*

PLAN. 5. FIG. 12.

Il faut sur l'extrêmité A du grand axe AB, élever la perpendiculaire AF, égale à la moitié du demi axe AE, tirer la ligne EF, d'où ayant retranché FH égale à AF, la différence EH, ($x$) donnera le demi-axe ED que l'on demande, comme il est aisé de s'en convaincre.

1015. Si l'on fait EG égal à EH ou à ED, le demi-axe AE se trouvera divisé en moyenne & extrême raison au point G; car EG étant $x$, GA sera $a - x$; & comme par propriété de cette ellipse l'on a $ax = aa - xx$, ou en transportant $xx = aa - ax$, d'où l'on tire $a$ (AE), $x$ (EG) : : $x$ (EG), $a - x$ (GA); l'on voit que *pour avoir une Ellipse, dont le produit des deux axes soit égal à la différence des quarrés des mêmes axes, il faut que le petit axe soit égal à la mediante du grand, divisé en moyenne & extrême raison.*

*Pour que les Ellipses soient parfaites, il faut que leur petit axe soit égal à la mediate du grand, divisé en moyenne & extrême raison.*

1016. Si l'on vouloit que les Ellipses de la machine du Val-Saint-Pierre fussent dans le cas de la précédente, il faudroit en donnant encore 5 pieds ou 60 pouces au grand axe, en donner

*La grandeur que nous avons*

*donnée aux axes des ellipses, approche fort du point de perfection.*

37 au petit, au lieu de 36; alors la différence des demi-axes, par conséquent le plus grand bras de levier & le chemin de la roulette se trouveroient de 11 pouces 6 lignes; car si dans l'équation $x = \sqrt{aa + \frac{aa}{4}} - \frac{a}{2}$, l'on suppose $a$ de 30 pouces, $x$ en vaudra $18\frac{1}{2}$, qui est une différence de 6 lignes, à laquelle nous n'avons point eu égard pour rendre les dimensions plus simples, autrement si le chemin de la roulette ne se trouvoit que de $11\frac{1}{2}$ pouces, tandis que le jeu des pistons seroit de 8, il faudroit que les bras du balancier fussent dans le rapport de 23 à 16, au lieu qu'ils sont dans celui de 3 à 2: (995) j'ajouterai qu'indépendamment de cette considération, il étoit à propos de monter la maniere de calculer l'action des Ellipses, quel que puisse être le rapport de leur diametre.

*Le chemin de la roulette étant donné, ou la différence de deux axes, déterminer la grandeur des axes dans le cas le plus parfait.*

1017. Si la différence des axes, ou le chemin de la roulette que nous nommerons $b$, étoit donnée, & que l'on voulut connoître la grandeur des mêmes axes, pour que l'Ellipse soit dans le cas le plus avantageux. Nommant $x$, la moitié du petit axe, l'on aura $b + x$ pour celle du grand, par conséquent $b + x, x :: x, b$, d'où l'on tire $bb = xx - bx$, qui étant réduit donne $\sqrt{bb + \frac{bb}{4}} + \frac{b}{2} = x$.

Voulant appliquer cette équation à un exemple, nous supposerons que l'on veut déterminer les axes des ellipses du Val-Saint-Pierre, de maniere que le chemin de la roulette soit de 12 pouces; alors on aura $bb + \frac{bb}{4} = 180$, dont la racine quarrée est de 13 pouces 5 lignes, à laquelle ajoutant 6 valeur de $\frac{b}{2}$, il vient 19 pouces 5 lignes pour la moitié du petit axe, & 31 pou. 5 lig. pour celle du grand. Que si l'on suit ces dimensions, la fraction $\frac{1}{15}$ devenant nulle dans le calcul de la machine, l'on aura $\frac{1}{2}x$, au lieu de $\frac{8}{7}x$; (1008) & si l'on donne encore trois pouces au diametre des pistons, la puissance sera environ d'un douziéme plus forte que le poids, & ce surcroît de force servira à surmonter la résistance que peut opposer la pesanteur relative des balanciers que soutiennent les Ellipses, & que nous n'avons point fait entrer dans le calcul de la machine, l'ayant regardée comme un trop petit objet; j'ajouterai seulement que le poids de cette partie des balanciers, joint à l'avantage qu'elle tire de sa longueur, doit être tellement ménagé que les roulettes n'abandonnent jamais les Ellipses, afin que l'aspiration des pistons se fasse naturellement.

*Recherches*

## *Recherches ſur une Ellipſe, qui tournant ſur ſon centre, éleve un poids.*

*Examen des lignes qui peuvent exprimer la direction du poids & le bras de levier qui a rapport à l'Ellipſe.*

PLAN. 5. FIG. 13.

1018. Ayant une Ellipſe BCIS mûe verticalement autour de ſon centre A, par l'action d'une puiſſance Q, appliquée à un bras de levier conſtant AT pour élever un poids P, repréſenté par le cercle DM, dont le centre D eſt ſuppoſé ſe maintenir dans la verticale AD, & ſoutenu par une puiſſance, dont la direction DZ ne ſort jamais de l'horiſontal, on demande une expreſſion de la puiſſance Q dans toutes les ſituations de l'Ellipſe, particulierement dans celle où cette puiſſance aura à ſoutenir la plus grande réſiſtance que le poids lui peut oppoſer.

Suppoſant que le point M ſoit celui où le poids P touche l'Ellipſe, tirant la ligne DMG, elle marquera la direction de l'effort que l'Ellipſe ſoutient au point M; que ſi du même point on abaiſſe ſur la verticale DA, la perpendiculaire MO, prenant DO pour exprimer la peſanteur abſolue du poids P, le rayon DM (que nous nommerons R) exprimera l'effort que l'Ellipſe ſoutient; & ſi du centre A, l'on abaiſſe la ligne AF perpendiculaire ſur DC, elle ſera le bras du levier relatif à cet effort; ainſi dans l'état d'équilibre, l'on aura Q, R : : AF, AT; il s'agit donc de trouver l'expreſſion de AF & celle de la force R.

Ayant mené du point M l'ordonnée MP au grand axe AB de l'Ellipſe, & formé le triangle différentiel M$m$R qui ſervira pour avoir l'expreſſion de ME & de EP; nous nommerons AB, $a$; AC, $b$; DM, $r$; DF, $f$; AF, $z$; AP, $x$; PM, $y$; MR, $dy$; RM, $dx$; & M $m$, $du$.

1019. La proprieté de l'Ellipſe donnant $yy=bb-\frac{bb}{aa}xx$, ou $y=\frac{b}{a}\sqrt{aa-xx}$, l'on aura $dy=-\frac{bxdx}{a\sqrt{aa-xx}}$, & $du=\sqrt{dx^2+dy^2}$ $=\frac{dx}{a}\frac{\sqrt{a^4-aaxx+bbxx}}{aa-xx}=\frac{dx}{a}\frac{\sqrt{a^4-ccxx}}{aa-xx}$ en ſuppoſant $aa-bb=cc$.

*Analogie pour trouver l'expreſſion des mêmes lignes.*

1020. L'on tire des triangles ſemblables MR$m$, MPE, R$m$ $(dx)$, MR $\left(\frac{bxdx}{\sqrt{aa-xx}}\right)$ : : MP $\left(\frac{b}{a}\sqrt{aa-xx}\right)$, EP$=\frac{bbx}{aa}$, d'autre part R$m$ $(dx)$, M$m$ $\left(\frac{dx}{a}\frac{\sqrt{a^4-ccxx}}{aa-xx}\right)$ : : MP $\left(\frac{b}{a}\sqrt{aa-xx}\right)$, ME $\left(\frac{b}{aa}\sqrt{a^4-ccxx}\right)$; ainſi AP$-$EP$=$AE $\left(\frac{aax-bbx}{aa}=\frac{ccx}{aa}.\right)$

PLAN. 5. FIG. 13.

1021. L'on tire encore des triangles semblables MPE, AFE, EM $\left(\frac{b\sqrt{a^4-ccxx}}{aa}\right)$, MP $\left(\frac{b\sqrt{aa-xx}}{a}\right)$ : : AE $\frac{ccx}{aa}$, AF $(z) = \frac{ccx\sqrt{aa-xx}}{a\sqrt{a^4-ccxx}}$, & EM $\left(\frac{b\sqrt{a^4-ccxx}}{aa}\right)$, EP$\left(\frac{bbx}{aa}\right)$ : : AE $\left(\frac{ccx}{aa}\right)$, EF $= \frac{bccxx}{aa\sqrt{a^4-ccxx}}$; ainsi l'on aura DF $=$ DM $(r)$ $+$ ME $\left(\frac{b\sqrt{a^4-ccxx}}{aa}\right)$ $+$ EF $\left(\frac{bccxx}{aa\sqrt{a^4-ccxx}}\right) = r + \frac{aab}{\sqrt{a^4-ccxx}}$. Cela posé, on tire du triang. rectang. DFA l'équation suivante, AD$(\sqrt{zz+ff})$

$$= \frac{\sqrt{aarr \times \overline{a^4-ccxx} + 2a^4br\sqrt{a^4-ccxx} + a^4bb + c^4xx \times \overline{aa-xx}}}{a\sqrt{a^4-ccxx}},$$

qui annonce que la valeur de Q sera si composée qu'on n'en pourra rien faire, comme on en va juger après que nous aurons trouvé l'expression de R.

1022. Considerez que l'on a DF $(f)$, DA$(\sqrt{zz+ff})$ : : DO, DM : : P, R $=$ P $\times \frac{\sqrt{zz+ff}}{f}$, & qu'on peut encore trouver une valeur de Q par cette nouvelle proportion AT $(b)$, AF $(z)$ : : R, Q $= \frac{Rz}{b} =$ P $\times \frac{z\sqrt{zz+ff}}{bf}$, d'où l'on tire Q $=$ P

$$\times \frac{ccx\sqrt{aa-xx} \times \sqrt{aarr \times \overline{a^4-ccxx} + 2a^4br\sqrt{a^4-ccxx} + a^4bb + c^4xx \times \overline{aa-xx}}}{ab\sqrt{a^4-ccxx} \times ar\sqrt{a^4-ccxx} + a^3b}.$$

*On ne peut parvenir à une expression simple de la puissance & du bras de levier qui répond au poids que par une supposition qui peut être admise pour la pratique.*

1023. Quoique nous ayons réduit la valeur de la puissance Q à sa plus simple expression, elle est encore si composée qu'il ne me paroît pas possible de la déterminer dans le cas où elle a le plus grand effort à soutenir, à cause des difficultés insurmontables que fournit la longueur du calcul. Ayant tenté plusieurs voyes différentes, qui ne m'ont pas mieux réussi que la précédente, j'ai pris le parti de supposer que le point d'attouchement M du poids & de l'Ellipse, étoit toujours dans la verticale AD. Cette supposition est si peu éloignée de ce qui arrive en effet dans l'usage qu'on peut faire de ces sortes d'Ellipses, que tout ce qu'on en déduira pour la pratique, pourra être regardé comme vrai. Ainsi ne considerant plus que la figure quatorziéme, nous prendrons la ligne MG perpendiculaire à la tangente MN, pour la direction selon laquelle le poids P résiste à l'Ellipse, par conséquent la perpendiculaire AF sera le bras de levier relatif à cet effort. (1018)

PLAN. 5. FIG. 14.

1024. Si l'on se rappelle qu'on a trouvé (1021) AF $= \frac{cca\sqrt{aa-xx}}{a\sqrt{a^4-ccxx}}$, prenant la différentielle de cette expression pour en chercher le *maximum*, l'on aura $\frac{\overline{aa-2xx}\times\sqrt{a^4-ccxx}\times da}{\sqrt{aa-ax}} + \frac{ccxx\sqrt{aa-xx}\times dx}{\sqrt{a^4-ccxx}} = 0$, d'où l'on tire $x^4 - \frac{2a^4}{cc}xx + \frac{a^6}{cc} = 0$, par conséquent $xx = \frac{a^4}{cc} \pm \frac{\sqrt{a^8}}{c^4} - \frac{a^6}{cc}$ ou $xx = \frac{a^4}{cc} \pm \frac{a^3}{cc}\sqrt{aa-cc}$; & comme l'on a $aa-bb=cc$ (1019), d'où l'on tire $aa-cc=bb$, par conséquent $\sqrt{aa-cc}=b$, il viendra $xx = \frac{a^4 \pm a^3b}{cc}$; mais comme dans le choix des signes + & —, on reconnoît aisément qu'il faut se déterminer pour —, l'on aura donc $x = \frac{a}{c}\times\sqrt{aa-ab}$, qui étant substitué dans $\frac{ccx\sqrt{aa-xx}}{a\sqrt{a^4-ccaa}}$, expression de AF, donne AF $= \frac{cc}{a} \times \frac{c\sqrt{aa-ab}\times\sqrt{aa-\frac{a^4+a^3b}{cc}}}{\sqrt{a^4-a^4+a^3b}}$, ou AF $= \frac{\sqrt{aa-ab}\times\sqrt{ab-bb}}{\sqrt{ab}}$ ou $\overline{AF}^2 = \frac{\overline{aa-ab}\times\overline{ab-bb}}{ab} = aa-2ab+bb$, dont la racine donne AF $= a - b$, qui montre que *la plus grande valeur que peut avoir AF, est égale à la différence des demi-axes AB & AC.*

1025. Pour connoître la plus grande résistance que le poids P peut opposer au mouvement de l'Ellipse, nous supposerons que la tangente MN représente un plan incliné MLN, poussé en avant, selon une direction horisontale LM, par une puissance, qui a pour objet d'élever le poids P. En suivant cette idée, la pesanteur absolue du poids sera à la puissance, comme la base ML du plan, est à sa hauteur LN, ou comme MF est à FA, parce que les angles NML, AMF sont égaux, ou comme le sinus total est à la tangente de l'angle AMF; ainsi lorsque la tangente de cet angle sera la plus grande qu'il est possible, le poids opposera à l'Ellipse la plus grande résistance.

*Le résultat du calcul est de faire voir que le plus grand bras de levier qui répond à l'Ellipse, est égal à la différence des deux axes.*

Nommant $r$ le sinus total, & $t$ la tangente de l'angle AMF; l'on aura (1026) MF $\left(\frac{aab}{\sqrt{a^4-ccaa}}\right)$, AF $\left(\frac{ccx\sqrt{aa-xx}}{a\sqrt{a^4-ccxa}}\right) :: r, t = \frac{ccr}{a^3b}x\sqrt{aa-xx}$, prenant donc la différentielle de $\frac{ccr}{a^3b}x\sqrt{aa-xx}$

pour l'egaler à zero, l'on trouvera que le plus grand, donne $x = \frac{\sqrt{aa}}{2}$, *qui montre que lorsque AP a cette derniere valeur, le poids opposé à l'Ellipse la plus grande résistance qu'il est possible.*

*A quoi se réduit le rapport de la pesanteur relative du poids.*

1026. Si l'on substitue la valeur d'$x$ dans $t = \frac{ccr}{aab} x \sqrt{aa - xx}$, il viendra $t = \frac{ccr}{ab}$ ou $\frac{r}{t} = \frac{ab}{cc}$, qui montre que *la pesanteur absolue du poids est à la plus grande résistance qu'il peut opposer au mouvement du plan incliné ou de l'Ellipse, comme le rectangle compris sous les deux axes, est à la différence des quarrés des mêmes axes.*

*Maniere de déterminer le plus grand angle formé par une tangente & un diametre de l'Ellipse.*

1027. L'angle obtus AMN étant composé de l'angle droit FMN, & de l'angle aigu AMF, l'on sent bien que lorsque ce dernier sera le plus grand de tous ceux qui peuvent être compris par le diametre AM, & la ligne MF, perpendiculaire au point d'attouchement de la tangente; l'angle obtus AMN sera le plus grand de tous ceux qui peuvent être formés par la tangente & le diametre; *& c'est ce qui arrivera lorsque le sinus total sera à la tangente de l'angle aigu AMF, comme le rectangle des deux axes est à la différence des quarrés des mêmes axes.*

*Lorsque l'angle d'un diametre & d'une tangente est le plus grand, les coupées correspondantes sont dans la même raison que les axes*

1028. Si l'on substitue aussi la valeur d'$x$ qui est $\frac{\sqrt{aa}}{2}$ (1025) dans MP ($y$) $= \frac{b}{a} \sqrt{aa - xx}$, il viendra MP ($y$) $= \frac{\sqrt{bb}}{2}$, par conséquent l'on aura AP, PM : : $a$, $b$, qui montre que *lorsque l'angle AMN est le plus grand, les triangles CAB, APM sont semblables.*

Supposant que la ligne AK soit horisontale, & que du point P l'on abbaisse la perpendiculaire BH, les triangles BAH, CAB seront semblables, puisqu'ils le sont tous deux au troisiéme AMP, d'où l'on tire AH, BH : : PM, AP : : $b$, $a$; par conséquent $b$, $a$ : : AH, HB, qui montre que *quand l'Ellipse soutient la plus grande résistance que le poids peut lui opposer, le petit axe est au grand, comme le sinus total AH est à la tangente HB de l'angle BAH, que le grand axe de l'Ellipse fait avec l'horison.*

PLAN. 5. FIG. 14.

1029. Nommant T, la tangente de l'angle BAH; & $r$, le sinus total, l'on aura $r$, $t$ : : $b$, $a$, par conséquent T $= \frac{ar}{b}$; & comme nous avons trouvé dans l'article 1026, $t = \frac{ccr}{ab}$ pour la tangente de l'angle AMF, l'on aura donc T, $t$ : : $\frac{ar}{b}$, $\frac{ccr}{ab}$ ou T, $t$ : : $\frac{aar}{ab}$, $\frac{ccr}{ab}$

:: $aa$, $cc$, qui fait voir que *quand l'Ellipse éprouve la plus grande résistance du poids, la tangente de l'angle que le grand axe fait avec l'horison, est à l'angle que la tangente de l'Ellipse forme, comme le quarré du grand axe est à la différence du même quarré à celui du petit.*

Je ne m'arrête point à rapporter plusieurs autres conséquences au sujet des Ellipses qui tournent sur leur centre, parce qu'elles se présentent d'elles-mêmes; mais je ne passerai pas sous silence la solution d'un problême qui pourroit embarrasser des commençans s'ils le considéroient détaché de la liaison qu'il a avec ce qui précede.

1030. L'on demande de trouver dans la circonférence d'une Ellipse un point M, sur lequel ayant abaissé une perpendiculaire MG, qui forme un angle droit MFA, avec une autre ligne AF, tirée du centre A de l'Ellipse, le produit de MF par AF soit le plus grand de tous ceux qui peuvent être formés par deux lignes tirées avec les mêmes conditions.

*Problême nouveau sur l'Ellipse déduit des calculs précédens.*

Ayant trouvé (1021) MF $= \frac{aab}{\sqrt{a^4 - ccx}}$ & AF $= \frac{ccx}{a} \times \frac{\sqrt{aa - xx}}{\sqrt{a^4 - ccxx}}$, l'on aura $\frac{aab}{\sqrt{a^4 - ccxx}} \times \frac{ccx}{a} \frac{\sqrt{aa - xx}}{\sqrt{a^4 - ccxx}} = \frac{abccx\sqrt{aaxx - x^4}}{a^4 - ccxx}$ PLAN. 5. FIG. 14.

dont la différentielle donne toute réduction faite $\frac{a^4}{2aa - cc} = xx$, ou $\frac{aa}{\sqrt{aa + bb}} = x$. Que si l'on substitue la valeur d'$xx$, dans $y = \frac{b}{a}\sqrt{aa - xx}$, l'on trouvera $\frac{bb}{\sqrt{aa + bb}} = y$, qui donne AP ($xx$), PM ($y$) :: $aa$, $bb$, lorsque le produit de MF par AF est le plus grand.

Tirant la ligne CI, & abaissant du centre A sur cette ligne la perpendiculaire AV, l'on aura à cause du triangle rectangle CAI cette proportion, CI ($\sqrt{aa + bb}$), AI ($a$) :: AI ($a$), IV $= \frac{aa}{\sqrt{aa + bb}} = x$; d'autre part CI ($\sqrt{aa + bb}$), CA ($b$) :: CA ($b$), CV $= \frac{bb}{\sqrt{aa + bb}} = y$, qui montre que *quand le rectangle de MF par FA est le plus grand, l'on a CI = AP + PM*, & que *pour avoir le point M, il suffit de faire AP égal au segment VI, qui répond à la moitié IA du grand axe dans le triangle rectangle CAI.*

*Maniere fort ſimple de faire mouvoir des piſtons par le moyen d'une roue ondée.*

Entre les différens moyens de faire agir des pompes refoulantes par la force d'un cheval, je n'en connois point de plus ſimple, que celui que M. Deſargues a tiré d'une roue qu'il a fait exécuter au château de Beaulieu à huit lieues de Paris, & qui a été renouvellée depuis par M. de la Hire, qui en donne la deſcription dans ſon traité des épicycloïdes, avec le moyen de la perfectionner. Comme ce qu'en dit cet Auteur m'a fait naître pluſieurs remarques utiles, j'ai cru devoir rapporter ici ſon diſcours à la lettre, afin que ceux qui n'ont point ce traité, puiſſent voir les endroits qui ont donné lieu à mes réflexions.

PLAN. 7. FIG. 1.

*Diſcours de M. de la Hire, tiré de ſon traité des Epicycloïdes.*

» LMOI eſt une grande roue faite de groſſes pieces de bois » aſſemblées les unes avec les autres, laquelle eſt poſée horiſontalement. L'axe ou l'arbre AB de cette roue eſt une groſſe piece » de bois qui ſe meut par le bas ſur ſon pivot P ſur une crapaudine, » étant ſeulement entretenu par le haut dans une moiſe, afin qu'il » demeure toujours à plomb. Cette roue eſt dentée ou ondée par » le bord à la maniere des roues de rencontre des horloges ordi» naires; & il n'y a que cinq dents comme OI qui agiſſent en » paſſant par deſſus la roulette R S qui eſt mobile ſur ſon aiſſieu C. » Cet aiſſieu tient au bras DC qui eſt auſſi mobile autour de ſon » aiſſieu D, lequel eſt arrêté ferme à quelqu'aſſemblage. Le bras » DC eſt joint & attaché à la portion de cercle DEF, en ſorte » qu'ils ne peuvent ſe mouvoir l'un ſans l'autre. Sur l'épaiſſeur de » l'arc EF, il y a une double chaîne platte HG attachée vers le » haut en E, & cette chaîne a deux anneaux à ſon extrêmité, qui » ſoutiennent l'anſe de fer qui porte le piſton d'une pompe refou» lante. Le levier ou bras N de cette machine paſſe dans l'arbre » en B, & peut être arrêté ſi l'on veut à la roue pour être plus fer» me. Il y a deux roulettes comme celle que je viens de décrire, » qui ſont oppoſées diametralement ſous la roue, & qui doivent » toujours agir alternativement. Car par la diſpoſition des roulet» tes, lorſque l'une ſe trouve dans le fond ou creux de l'onde, » l'autre ſe trouvera ſur le haut. Mais la roue tournant de O en I, » la roulette deſcendra dans la rencontre de la partie OQ de » l'onde, & elle remontera dans l'autre. On ne doit conſidérer » que la partie CQ de l'onde, car il n'y a que celle-là qui tra-

» vaille pour faire abaisser la roulette qui éleve le pisson de la
» pompe refoulante, & qui soutient tout le poids de l'eau. La rou-
» lette remontant dans l'autre partie de l'onde, ne fait aucun effort
» contre la roue, & elle suit seulement la sinuosité de la dent, n'é-
» tant élevée que par la pesanteur du pisson & de son anse, & du
» triangle DEF qui retombe en bas par leur propre poids, qu'on
» peut rendre à peu près égal à celui de la roulette.

» Tout l'effort de la roue ne se fait que par sa pesanteur, en
» sorte que si elle est aussi pesante que le poids de la colonne d'eau
» qu'on doit soutenir dans le corps de pompe, la distance des le-
» viers étant compensée, il est évident qu'elle ne fera pas un frotte-
» ment considérable sur son pivot P. Mais il faut qu'elle soit tou-
» jours plus pesante, & qu'elle ne puisse pas sortir de sa crapau-
» dine, car autrement elle travailleroit sur les deux roulettes tout
» à la fois, ce qu'il faut éviter.

» Le nombre des dents de cette roue doit être impair, afin
» qu'il y ait toujours une des deux roulettes opposées qui travaille,
» & que la puissance qui meut le levier N, agisse toujours égale-
» ment, & non par sauts, comme il arrive à la plûpart des machi-
» nes qui n'ont qu'une ou deux roues. C'est en ceci que consiste
» la principale adresse de la construction des dents, & de la po-
» sition des roulettes : car quoique l'on suive toujours la regle dans
» la forme des dents, il faut avoir égard aux proportions de la
» hauteur & de la longueur des dents, avec le diametre de la
» roue.

» On doit remarquer qu'il n'est pas possible que la face des
» dents ou des ondes de la roue travaille par tout sur la roulette
» à égales distances de l'axe de cette roue, à cause que le mou-
» vement de la roue est circulaire & horisontal, & que celui de la
» roulette est vertical ou à plomb : car il arrive que lorsque les
» dents rencontrent la roulette dans leur fond & à leur pointe, si
» l'aissieu de la roulette est également éloigné de l'axe de la roue,
» il en sera plus proche quand la roulette sera vers la moitié de sa
» descente, ce qui sera facile à connoître dans le plan; cette dif-
» férence d'éloignement causera un peu de frottement de la face
» de la dent avec celle de la roulette : mais ce sont de ces défauts
» qu'il n'est pas possible d'éviter entierement dans les machines,
» & l'on doit regarder celles qui en ont moins ou de moins con-
» sidérables pour les plus parfaites.

» Pour la construction des dents de la grande roue de cette ma-
» chine, on les doit considérer comme si elles étoient dans le mê-

» me plan que celui de la roulette, & quand on en aura déterminé la figure, on l'appliquera sur la roue à l'endroit où la roulette la rencontre, en se servant d'un profil ou calibre taillé de la figure de la dent.

PLAN. 7.

» Ayant donc déterminé le centre D du mouvement du bras DC de la roulette RS, & la grandeur DC de ce bras, du centre D & pour rayon DC on décrira le cercle CE, auquel on menera la ligne touchante ABC en C. Sur la ligne BA pour base & pour cercle générateur CE, on décrira la cycloïde CVV, & par tous ces points VV comme centres on décrira les cercles N égaux à celui de la roulette; je dis que la ligne courbe SNN qui touche tous ces cercles, sera celle de la figure de l'onde.

FIG. 2.

» Si l'on imagine que la ligne droite BA se meut de B vers A sur elle même avec la cycloïde CVV qui lui est attachée, il est évident que chaque point B de la ligne BA fera autant de chemin que le point C en fera autour du centre D, étant mû par la cycloïde VV. Car si le point C de la ligne BA est transporté en T par l'espace CT, la cycloïde CV sera placée en TE, & le point C sera parvenu en E sur l'arc de cercle CE: mais par la génération de la cycloïde, l'arc CE est égal en longueur à la ligne droite CT, donc deux puissances égales dont l'une fait mouvoir la ligne CT sur elle-même, & l'autre fait mouvoir le point C autour du centre D, feront par tout équilibre; car on doit considérer la ligne droite BA comme la circonférence d'un cercle dont le centre est à l'infini.

» Mais maintenant, si au lieu du point C du rayon CD on applique la roulette circulaire RS qui a son centre en C; il est évident par la construction de la courbe SNN qu'elle fera le même effet sur le centre C de la roulette en rencontrant sa circonférence, que si la cycloïde CVV rencontroit seulement ce point C: car le centre C étant posé en E, le point N de la courbe SNN sera posé en *n*, en sorte que E*n* sera la plus courte distance du point E à la courbe.

FIG. 2. 3.

» Dans la construction des dents de cette machine, on ne se sert pas de toute la courbe SNN, formée sur la cycloïde entiere, mais seulement d'une partie & de celle qu'on voudra; car autrement il faudroit que les ondes fussent trop grandes. On peut donc prendre par exemple la partie du milieu NX de toute la courbe SNXF qui est formée sur la demi-cycloïde CV. Ainsi le fond de l'onde sera formé par le cercle de la roulette dans la position

» fition NZP, & fa pointe fera au point X. On pourra donner » à peu près la même figure à la partie de l'onde qui remonte & » ne travaille pas, afin que la roulette puiffe rouler plus douce- » ment en remontant dans le fond.

» On doit remarquer que lorfque la roulette fera parvenue à » l'extrêmité X de l'onde, le centre M de la roulette n'eft pas » le plus éloigné qu'il peut être du point X, c'eft-à-dire que la li- » gne MX n'eft pas perpendiculaire à BC : mais comme le point » X décrit une ligne parallele à BC, il travaillera feul fur la cir- » conférence de la roulette, jufqu'à ce que le point M foit par- » venu dans la ligne MX perpendiculaire à BC; le centre M de la » roulette décrira donc dans cet endroit un petit arc de cercle » égal à celui de la roulette, & il arrivera que le point X de l'onde » s'émouffera un peu dans la fuite du travail, ce qui n'arriveroit » pas, fi l'on fe fervoit de toute la courbe NXF; car l'onde ne » feroit pas une pointe à fon extrêmité F comme au point X, à » caufe que la touchante de la courbe en F eft parallele à BC & » que la touchante en X eft inclinée à cette même ligne BC. Il eft » évident que le travail du point X feul durera d'autant plus de tems » que la roulette fera plus grande; car l'arc que le point M dé- » crira, fera plus grand pour amener ce point M dans la ligne » tirée par X perpendiculaire à BC, que fi le rayon de la rou- » lette étoit plus petit; il y a encore une incommodité dans la » grande roulette, car elle fera de plus grands balancemens d'un » côté & d'autre fous l'onde, à caufe qu'elle fe meut fur deux points, » dont l'un eft fon pivot, & l'autre eft celui du bras & de la por- » tion de cercle qui porte la chaîne, ce qui ne feroit pas fi confi- » dérable dans une petite roulette. Mais fi la roulette étoit fort pe- » tite, il faudroit prendre une plus grande portion de la courbe » NN pour former l'onde, afin d'avoir toujours la même éleva- » tion dans le pifton de la pompe.

» Il eft facile à voir que la chaîne qui eft attachée à la portion de » cercle fert à faire élever le pifton toujours à plomb, ce qui eft » d'un très-bon ufage dans ces fortes de pompes : car autrement, » fi l'autre qui porte le pifton étoit feulement attachée à un levier » mobile autour d'un aiffieu comme D dans cette machine, il » arriveroit que le pifton feroit tiré tantôt d'un côté, & tantôt de » l'autre, & frotteroit inégalement dans le corps de pompe en tra- » vaillant, ce qui la gâteroit en très-peu de tems, comme je l'ai » remarqué en quelques rencontres. «

M. de la Hire ne s'expliquant point fur la maniere de calculer *Remarques fur le d.f.*

*coure précédent.* cette machine ; l'on ne comprend pas ce qu'il a voulu insinuer en disant : *Tout l'effort de la roue ne se fait que par sa pesanteur, en sorte que si elle est aussi pesante que le poids de la colonne d'eau qu'on doit soutenir dans le corps de pompe, la distance des leviers étant compassée, il est évident qu'elle ne fera pas un frottement considérable sur son pivot P : mais il faut qu'elle soit toujours plus pesante, & qu'elle ne puisse pas sortir de sa crapaudine, car autrement elle travailleroit sur les deux roulettes toutes à la fois, ce qu'il faut éviter.*

Il semble que cet Auteur veut donner à entendre que le poids de la roue étant en équilibre avec celui de la colonne d'eau, la puissance n'a d'autre résistance à surmonter, que celle qui provient du frottement qu'il a raison d'estimer peu considérable, vû l'extrême petitesse du rayon du pivot de l'arbre, par rapport à la longueur du limon BN, qui est ce que l'on doit entendre par *la compassation des leviers.*

Cette machine pourroit passer à juste titre pour une merveille, si effectivement la puissance ne soutenoit aucune partie du poids de l'eau, & qu'elle n'eut à surmonter que le frottement; mais c'est ce qui n'arrive point ici, & ce qui ne se rencontrera jamais dans aucunes machines.

*Examen sur la maniere dont agit la puissance qui fait monter un poids par le moyen de la roue précédente.*

On jugera de l'effet des ondes, en considérant qu'elles ont deux actions; l'une qui vient de la pesanteur propre de la roue, se fait selon une direction verticale, & l'autre qui vient de la puissance qui la meut, se fait selon une direction horisontale. D'où il résulte une force composée qui fait monter l'eau.

PLAN. 7. FIG. 7.

Pour me faire entendre, considerez le levier coudé EDC ayant un poids P suspendu à l'extrêmité E de l'arc EF, & une roulette SR à l'autre extrêmité C; il est constant que si la ligne horisontale BD exprime la face d'une poutre inébranlable, qu'en introduisant le coin OAQ entre la poutre & la roulette RS, pour le faire glisser de B en D, par l'action d'une puissance T, ce coin forcera la roulette de descendre, & le poids P de monter. Alors, dans l'état d'équilibre, les trois côtés du triangle rectangle OAQ exprimeront l'action de trois puissances; le premier AO, l'effort de la puissance T; le second AQ, l'action de la roulette SR contre la poutre BD, qui tient lieu du poids de la roue dont nous parlons; & le côté OQ l'effort que soutient le plan incliné, ou celui qui résulte du concours de la puissance T & de la résistance de la poutre. Comme il n'y a que la puissance T qui peut obliger la roulette à descendre, & le poids P à monter, l'on voit que cette puissance sera à l'action du poids P, ou à la résistance que la roulette peut oppo-

ser au plan incliné, comme la hauteur AO de ce plan, est à sa base AQ, ou comme la tangente de l'angle AQO que le plan incliné OQ forme avec l'horison BD, est au sinus total : que par conséquent cette puissance ne peut être nulle, que dans le cas où le poids restant immobile, la roulette appuyera immédiatement contre la poutre BD.

Ce que nous venons de dire, s'applique soi-même à l'action de la roue, dont nous parlons, car chaque onde peut être regardée comme un plan incliné, ou si l'on veut, à cause de sa courbe, comme composée de plusieurs plans inclinés contigus, sur chacun desquels on pourra faire le même raisonnement ; mais comme ces plans font tous des angles différens avec l'horison, il suit que la puissance n'agira point d'une maniere uniforme, & qu'elle sera tantôt plus petite ou plus grande que le poids, selon que les tangentes des mêmes angles seront au-dessus ou au-dessous du sinus total, comme nous le démontrerons plus bas.

M. de la Hire a raison d'observer qu'il faut que la roue soit toujours plus pesante que la colonne d'eau qu'on veut élever, pour que cette roue ne sorte point de sa crapaudine, mais on n'entend pas encore ce qu'il veut dire, en ajoutant que si cela arrivoit, *elle agiroit sur deux roulettes toutes à la fois* ; c'est-à-dire, que les deux pistons refouleroient l'eau en même tems, mais c'est ce qui ne peut se rencontrer, à cause de la figure de la roue ; il y aura toujours le vuide d'une des ondes diametralement opposé à la saillie d'une autre onde ; & les essieux des deux balanciers étant maintenus inébranlables à une distance l'un de l'autre à peu près égale au diametre de la roue, il n'est pas possible que les roulettes descendent toutes deux en même tems, quelqu'accident qu'il survienne à la roue ; d'ailleurs, si le pivot cessoit d'être enfermé dans la crapaudine, l'arbre tomberoit de côté, & la roue ne pourroit plus agir sur les roulettes ; en un mot, la machine ne seroit plus capable d'aucun effet.

Quant à l'application que M. de la Hire fait de la cycloïde pour déterminer la courbure des ondes, afin que le chemin de la circonférence de la roue soit égal à celui de l'essieu de la roulette, ce moyen seroit bien imaginé, pour égaler les deux puissances dont il parle, si elles étoient toujours les mêmes, mais elles sont bien éloignées d'être uniformes, comme on le va voir. *L'application de la cycloïde pour perfectionner la roue de M. Desargues ne convient nullement.*

L'on sçait qu'une tangente EF, menée à une cycloïde AEC, est toujours parallele à la corde AD de l'arc du cercle générateur, égal à l'ordonnée correspondante DE, que par conséquent l'an- FIG. 3. & 4.

gle DEF augmente à mesure que le point E approche de C, car à cet endroit la tangente CG forme avec la base BC, un angle droit BCG, au lieu qu'au point A, cet angle devient zero. Comme par la génération de la courbe SNN, toute perpendiculaire à la cycloïde CVV, le sera aussi à la courbe SNN; il suit que les tangentes de cette courbe & de la cycloide qui répondront aux mêmes perpendiculaires, seront paralleles, que par conséquent les plans inclinés contigus dont la surface de chaque onde sera composée, formeront avec l'horison des angles qui iront en décroissant depuis T jusqu'en E; celui qui est à la naissance de l'onde étant droit, le dernier au sommet de la même onde se réduira à zero; mais ayant dit que lorsque la résistance de la roulette sera exprimée par le sinus total, la tangente de l'angle du plan incliné exprimera la puissance; l'on voit que lorsque le plan incliné formera un angle droit avec l'horison, sa tangente étant alors infinie, la puissance sera aussi infinie, & qu'au contraire, lorsque cet angle deviendra zero, la puissance se trouvera nulle, parce que le poids dans cet instant sera autrement soutenu par celui de la roue.

Voilà les deux cas extrêmes de la puissance, lorsque le centre de la roulette se trouve aux points C & V, extrêmités de la cycloïde, c'est-à-dire au fond & au sommet de l'onde; il est vrai que comme M. de la Hire n'employe qu'une partie XN, de la courbe FT, le fond de l'onde se trouvant exprimé par l'arc de cercle NZP, la résistance que la roulette présente au point N de l'onde n'est pas invincible, mais elle sera toujours beaucoup au-dessus de la pesanteur propre du poids, avec lequel la puissance n'est en équilibre que lorsque le centre de la roulette se trouve à un certain point de la cycloide CV, éloigné de la base BC, d'une distance égale au rayon du cercle générateur.

Comme l'uniformité de la puissance, sur-tout quand cette puissance est un animal, doit faire une des principales considérations de la perfection des machines, l'on peut conclure de tout ce que nous venons de dire, que M. de la Hire, bien-loin d'avoir rectifié la roue de M. Desargues, en y appliquant la cycloïde, l'a rendu plus défectueuse que s'il avoit donné aux ondes la simple figure d'un plan incliné ordinaire, un peu arrondi vers les extrêmités, pour faciliter à la roulette le passage d'un plan à l'autre, parce qu'alors la puissance agiroit avec autant d'uniformité qu'on en peut désirer dans la pratique, comme on en va juger par l'usage que je vais faire de cette roue, pour mouvoir des pistons dans un cas pareil à celui du Val-Saint-Pierre.

1032. La figure cinquiéme repréſente une roue dans le goût de la précedente, avec cette ſeule différence, que les faces AB & CD de chaque onde, ſont ſuppoſées droites, n'étant arrondies qu'au ſommet BC, & dans le fond DE. A l'égard des roulettes F, leurs écharpes ſont attachées à des balanciers d'une longueur proportionnée à l'intervalle qui conviendra entre la roue & les pompes, pour la commodité de la manœuvre. Selon la diſpoſition de cette roue il faudra ſe ſervir de pompes renverſées, les piſtons ne pouvant refouler que de bas en haut; je n'entre point dans le détail de ces pompes, perſuadé que ceux qui auront bien entendu le Chapitre troiſiéme, joint aux lumieres qu'ils tireront du cinquiéme, seront en état de les faire conſtruire, relativement à la ſituation du terrain. Cependant ſi l'on aimoit mieux que les piſtons refoulaſſent de haut en bas, il ſuffira, comme le montre la figure ſixiéme, de faire agir la roue d'un ſens oppoſé au précédent, je lui donnerois même la préference pour éviter la ſujettion de regler ſa peſanteur ſur celle de la colonne d'eau. Quand les roulettes repoſent naturellement ſur la roue, on a la liberté de faire la partie du balancier qui leur répond auſſi longue que l'on veut, ſans ſe mettre en peine de ſon poids, au lieu que dans la figure cinquiéme, il faut néceſſairement que le poids des piſtons l'emporte, pour que les roulettes n'abandonnent jamais la roue; dans ce cas, ſi le bras de levier des piſtons eſt plus court que celui des roulettes, on ne peut ſe diſpenſer de charger l'extrêmité du premier, pour ſuppléer au poids des piſtons, ce qui occaſionne des attirails étrangers qu'il faut tâcher d'éviter. On penſera peut-être qu'il n'y a qu'à faire ce bras plus long que celui des roulettes, & que ſi l'on perd de ce côté-là, on en ſera dédomagé par une plus grande levée de piſton; mais ne pouvant jouir de cet avantage, ſans diminuer leur cercle, à proportion qu'on racourcira le bras de levier des roulettes, on n'en aura pas une plus grande quantité d'eau, & l'on tombera dans l'inconvenient que voici.

*Deux manieres de ſe ſervir de la même roue pour faire mouvoir des piſtons.*

PLAN. 7. FIG. 5. & 6.

Le centre de chaque roulette décrivant un arc en montant le long d'un plan incliné, plus cet arc ſera ſenſible, & plus il y aura d'inégalité dans l'action de la puiſſance, au lieu qu'il feroit à ſouhaiter que la direction du bras de levier de la roulette fut toûjours horiſontale; mais tout ce qu'on peut de mieux, eſt de faire qu'il ne s'en écarte que le moins qu'il eſt poſſible; ce qui dépend néceſſairement de deux choſes, l'une de la hauteur du plan incliné, par rapport à ſa baſe; l'autre du rayon de l'arc que décrit le centre de la roulette, parce que plus ce rayon ſera grand, & la

faillie des ondes petite, & moins cet arc s'éloignera de la verticale qui en fera la tangente. Il est vrai que quand la longueur des balanciers sera limitée, & que les pistons refouleront de haut en bas, si leur bras de levier n'est pas d'une certaine longueur, leur tiges tomberont dans le défaut que nous voulons sauver aux roulettes; mais il est aisé d'y remedier, en observant ce que nous avons dit sur ce sujet vers la fin de l'article 957. Au reste, voici le parti le plus convenable.

Après qu'on aura déterminé la position des poteaux C, D, de maniere que le cheval en tournant n'en soit point incommodé, l'on connoîtra la longueur qu'on pourra donner à la partie EF des balanciers, & l'on sera l'autre égale aux deux tiers de celle-ci, ensuite on reglera la hauteur des poteaux, de maniere que lorsque la roulette I sera parvenue au sommet K d'une onde, son balancier GH soit horisontal; alors quand la roulette L se trouvera dans le fond N, de l'onde opposée, l'angle MLF formé par la verticale ML, & la ligne LF, qui joint les centres de mouvement de la roulette & du balancier EF, sera un peu plus ouvert qu'un droit, ce qui sera cause que la direction LF de la puissance qui est censée soutenir le poids L sur un plan incliné, ne se trouvant point horisontale, il s'en faudra un peu qu'elle ne soit au poids, comme la hauteur du plan est à sa base. Il est vrai que cette puissance croitra tant soit peu à mesure que le poids montera; mais comme elle parviendra à peine à avoir avec lui le rapport précédent, l'on pourra faire le calcul de la machine sur ce pied-là, sans être obligé d'entrer dans les recherches abstraites, où jetteroit l'angle MLF, s'il étoit aigu.

*Maniere de tracer les ondes de cette roue, pour qu'elles soient d'un bon usage.*

A l'égard des plans inclinés qui doivent composer les ondes, il est constant que plus leur base excedera leur hauteur, & moins les ondes trouveront de résistance de la part des roulettes; mais comme on ne peut augmenter ces bases sans donner plus d'étendue à la circonférence dont elles sont partie, ou sans éloigner le poids du centre de la roue, qu'on doit regarder comme le point d'appui du levier, auquel la puissance motrice est appliquée, l'on voit que cette puissance n'y gagnera rien; cependant pour fixer un rapport, entre la base & la hauteur du plan incliné, qui puisse s'accorder avec les observations précédentes, je voudrois que l'on fit cette base double de la hauteur.

PLAN. 7. FIG. 9. Pour tracer les ondes, nous supposerons que la roulette a 8 pouces de diametre, que sa levée doit être de 12 pouces, afin que le jeu des pistons en ait 8 comme au Val-Saint-Pierre. Cela posé,

on décrira un triangle isoscelle ABC, dont la base AC sera de 48 pouces, & la perpendiculaire BD de 13, afin qu'ayant émoussé l'angle B, la hauteur BD de l'onde que ce triangle représente, soit le quart de la base AC, ensuite l'on prendra sur cette base prolongée une partie CE de 4 pouces, sur laquelle on tracera le triangle équilateral CFE, pour décrire du point F & de l'intervalle FC, égal au rayon de la roulette, l'arc CE qui déterminera la figure qu'il faut donner au fond de chaque onde, afin que la roulette y étant logée, monte d'une hauteur égale à BD, ce qui ne manquera point d'arriver, parce que l'angle BCF étant un peu plus ouvert qu'un droit, quand cette roulette sera dans le fond de l'onde, elle ne s'appuyera pas sur le plan incliné.

La longueur AE de la base d'une onde, y compris le fond qui sert de logement à la roulette, sera donc de 52 pouces, qui étant multipliés par 5, donnent 260 pouces pour la circonférence de la roue, prise dans le milieu de l'épaisseur des jantes, qui répond à un rayon de 3 pieds 6 pouces, auquel ajoutant 4 pouces pour la moitié de l'épaisseur des jantes, le plus grand rayon de la roue sera de 3 pieds 19 pouces.

A l'égard de la construction de cette roue, il faudra la faire à double membrure, comme au rouet des Moulins (648), ensuite y attacher les plans inclinés, ausquels on donnera 8 pouces d'épaisseur, & les lier ensemble par une bande de fer d'environ 4 pouces de largeur, attachée sur le contour des ondes, pour servir de chemin à la roulette, dont l'écharpe doit avoir assez de saillie, pour que les balanciers ne touchent jamais la roue; la figure huitiéme représente la tête d'un balancier, pour faire voir la maniere d'y appliquer la roulette.

*Maniere de connoître le rapport de la puissance motrice au poids que la roue éleve.*

Pour connoître le rapport de la puissance motrice, au poids que les ondes doivent élever, nous nommerons $a$, le rayon de la roue; $b$, la longueur du limon; $c$, la base de chaque plan incliné; $d$, sa hauteur; $p$, la puissance; & $q$, le poids.

Considérant pour un moment la résistance du poids, comme si elle étoit appliquée aux dents d'une roue ordinaire, l'on aura $a$, $b :: p, q$, d'où l'on tire $\frac{bp}{a}$ pour l'expression de la puissance qui doit faire monter le poids sur le plan incliné, selon une direction horisontale; ainsi l'on aura $c, d :: \frac{bp}{a}, q$, ou $acq = bdp$, d'où l'on tire $p, q :: ac, bd$, qui montre que *la puissance est au poids que les ondes font monter, comme le produit du rayon de la roue, par la hauteur du*

*plan incliné, eſt au produit de la longueur du limon, par la baſe du même plan.*

Cette machine n'ayant d'autre frottement que celui qui vient du pivot de la roue, & des eſſieux des balanciers & roulettes, qu'on peut regarder comme nul, vû le peu de réſiſtance qu'ils oppoſeront à la puiſſance, nous n'en tiendrons aucun compte dans le calcul que nous allons faire pour trouver le diametre des piſtons.

Suppoſant que le limon ait 14 pieds de longueur, & que la force d'un cheval eſtimée de 180 ℔, ſoit totalement employée à ſurmonter la réſiſtance du poids, l'on aura $a = 3\frac{1}{2}$ pieds, $b = 14$ pieds; $c = 1$ pied, $d = 2$ pieds, $p = 180$ ℔; ainſi au lieu de $ac, bd :: p, q$ on aura $3\frac{1}{2} \times 1, 14 \times 2 :: 180$ ℔, $q$; ou $1, 8 :: 180, q$, qui montre que la puiſſance n'eſt que la huitiéme partie du poids, qui ſera par conſéquent de 1440 ℔; or comme dans l'état d'équilibre ce poids doit être à celui de la colonne d'eau, dans le rayon reciproque des bras du balancier, ou comme 2 eſt à 3, la puiſſance motrice ne ſera donc que la douziéme partie du poids de la colonne que chaque piſton peut refouler, ainſi cette colonne peſera 2160 ℔.

*Regle commode pour trouver le diametre des piſtons relativement à la puiſſance motrice, & à la hauteur de la colonne d'eau.*

Pour donner aux ouvriers une regle par laquelle ils puiſſent trouver tout d'un coup le diametre des piſtons qui doivent convenir à cette machine ou à toute autre, relativement à la force du moteur, & à l'élevation de l'eau; voici ce qu'il faut ſuivre.

1°. L'on commencera par connoître le poids de la colonne d'eau que chaque piſton peut refouler, que l'on multipliera par 1728, nombre *conſtant* pour avoir un premier produit.

2°. L'on réduira en pouces la hauteur où on veut élever l'eau que l'on multipliera par 55, autre nombre conſtant, pour avoir un ſecond produit.

3°. On diviſera le premier produit par le ſecond, & l'on extraira la racine quarrée du quotient qui donnera le diametre que l'on cherche.

Par exemple, venant de trouver que la puiſſance pouvoit ſoutenir une colonne d'eau de 2160 ℔; je multiplie ce poids par 1728, il vient 3732480, & ſuppoſant qu'on veuille élever l'eau à 150 pieds ou à 1800 pouces, je multiplie ce nombre par 55 pour avoir 99000; faiſant la diviſion, le quotient donnera 37 pouces quarrés ou environ $\frac{2}{3}$, dont extrayant la racine il vient 6 pouces une ligne ou ſeulement 6 pouces pour le diametre des piſtons.

Comme on ſera peut-être curieux de ſçavoir ſur quel principe cette

cette regle est fondée, considérez que nommant $p$, le poids de la colonne d'eau; & $h$, sa hauteur exprimée en pouces, il faudra dire si 70 ℔, pesanteur d'un pied cube d'eau, donne 1728 pouces pour sa masse, combien donnera le poids $p$, pour la sienne, le quatriéme terme sera exprimé par $\frac{p \times 1728 \text{ ou.}}{70.\text{℔}}$ qu'il faut diviser par $h$, hauteur de la colonne pour avoir la superficie de sa base, qui sera $\frac{p \times 1728 \text{ pou.}}{h \times 70 \text{℔.}}$; & cette base étant circulaire, l'on aura le quarré de son diametre, en disant comme 11 est à 14, ainsi $\frac{p \times 1728}{h \times 70\text{℔}}$ est à un quatriéme terme, qui est $\frac{p \times 1728 \times 14}{h \times 11 \times 70}$; mais $\frac{14}{70}$ se réduisant à $\frac{1}{5}$, l'on aura donc $\frac{\sqrt{p \times 1728}}{h \times 55}$ pour le diametre des pistons.

Voulant connoître le produit de cette machine, je considere que le cheval pourra faire aisément 120 tours par heure, & qu'à chaque tour les deux pistons ensemble refoulant dix fois, sur une levée de huit pouces, feront monter au reservoir 1200 colonnes d'eau de 6 pouces de diametre, sur 8 pouces de hauteur qui contiennent ensemble 5500 pintes ou environ 19 muids & demi. *Calcul de la quantité d'eau que cette machine peut donner par heure.*

De quelque maniere que l'on s'y prenne, je doute que l'on puisse parvenir à faire une machine qui éleve avec la force moyenne d'un cheval une plus grande quantité d'eau à une hauteur de 150 pieds, ce qui vient de ce que les bras de leviers étant bien ménagés & les corps de pompes supposés sans défaut, la force du moteur est totalement employée à surmonter le poids de l'eau.

Quant à la dépense qui regarde l'exécution de cette machine, il faut convenir qu'elle ne peut être considérable, puisqu'il ne s'agit que d'une simple roue, de deux corps de pompes, des tuyaux montans, & d'un couvert pour la renfermer, aussi lui donnai-je la préférence sur celle du Val-Saint-Pierre, c'est pourquoi je me suis fait un plaisir de ne rien omettre de tout ce qui pouvoit en faciliter l'usage, persuadé que dans un grand nombre d'occasions, elle conviendra mieux que toutes celles qui ont été imaginées jusqu'ici, par la facilité de se servir de l'une ou de l'autre des roues selon la situation du terrain; par exemple, si l'on vouloit tirer de l'eau d'un puits fort profond, on le pourroit encore en se servant de pompes aspirantes repétées de 25 pieds en 25 pieds.

Les deux roulettes étant éloignées l'une de l'autre d'une distance d'environ 7 pieds, l'on pensera peut-être que c'est une sujettion fâ-

cheuse d'être obligé de mettre le même intervalle entre les corps de pompes; mais comme on peut se dispenser de placer les balanciers parallelement, l'on pourra, quand la nécessité y contraindra, approcher les extrêmités qui répondent aux pistons, pour n'éloigner les corps de pompes que de 2 ou 3 pieds, afin de racorder plus aisément leur branches, à un même tuyau de conduite; alors si les balanciers ont environ 30 pieds de longueur, les roulettes n'en chemineront pas moins aisément sur les ondes, quoique leurs directions ne soient pas tout-à-fait perpendiculaires au diametre de la roue.

## *Description & Analyse de la Machine appliquée au Pont-Neuf, à Paris.*

La machine hydraulique que l'on nomme communément *la Samaritaine*, parce que l'on y voit jaillir une nappe d'eau, qui est accompagnée du Seigneur & de la Samaritaine, représentés en bronze, fournit de l'eau de la riviere de Seine au Louvre, au jardin des Tuilleries, & au Palais Royal. Cette machine appartient au Roy, & peut passer pour une des plus simples en ce genre. Comme le bâtiment où elle est renfermée est parfaitement bien entendu, je vais commencer par en faire une courte description, qui étant accompagnée des plans, profils & élevation, suffira pour en donner une idée assez juste.

Cet Edifice répond à la seconde arche du Pont-Neuf du côté du Nord, & au parapet qui regarde le Couchant, situation beaucoup plus convenable que du côté opposé, parce que la riviere venant du Levant, son passage se trouve rétréci par les piles du Pont, ce qui la fait gonfler, & lui donne plus de force pour faire tourner la roue qui fait agir les pompes; cet exemple montre que quand on veut appuyer une machine contre un pont, il faut toujours la construire du côté d'Aval.

*Explication des plans, profils & élevations de cette machine.*

PLAN. 8. FIG. 1. 2. & 3.

1033. Si l'on considere la planche huitiéme, on y verra que la premiere figure exprime l'élevation du bâtiment, la roue, les corps de pompes, vûs du côté du couchant, ou du Pont Royal, que la seconde figure est une élevation de la face du côté du midi, ou du Fauxbourg Saint-Germain, & que la troisiéme représente celle qui regarde le Pont-Neuf; à l'égard de l'intérieur du même Edifice, on en pourra juger par la quatriéme figure, & mieux encore après qu'on aura suivi l'explication des différens plans qui lui sont relatifs.

1034. La cinquiéme figure est un plan qui représente l'assemblage des différentes pieces de charpente servant de base à l'édifice. L'on a commencé par planter deux files de pieux, qui regnent de chaque côté sous les *chapeaux* AB dont ils sont recouverts; sur ces chapeaux sont attachés des *hernes* CD servant aussi à enclayer deux autres files de pieux E, beaucoup plus élevés que les précedens, liés par quatre cours de *moise* FG qu'on ne peut bien distinguer que dans les trois premieres figures, où l'on remarquera que ces moises sont entretenues par les *clefs* HI. PLAN. 9.

1035. Pour rétrécir le passage de l'eau qui coule sous l'arche occupée par la machine, l'on a fait de chaque côté un coffre de charpente rempli de maçonnerie, afin que les eaux étant soutenues par les bords KLM, quand la riviere est basse, se réunissent à la rencontre de la roue Q; pour ménager le courant, on a planté deux poteaux N, servant de coulisses à une *vanne* T, que l'on manoeuvre à l'aide d'un cric.

1036. A l'égard de la roue Q, son essieu repose sur deux *chevets* P, encastrés dans deux poteaux à coulisses O, servant à les diriger, quand on veut baisser ou hausser la roue pour l'assujettir à la hauteur de l'eau.

1037. Aux extrémités de l'essieu, il y a des manivelles doubles, qui répondent à des *vannes* ou *jumelles*, servant à donner le mouvement aux pompes placées en V, où elles sont entretenues par un assemblage de quatre poteaux R, liés ensemble & accompagnés de deux autres à coulisse Z, le long desquels peut jouer le chassis qui porte les pompes, afin de pouvoir les retirer de l'eau quand il y a quelques réparations à y faire; parce que ces chassis soutiennent des entretoises S, qui embrassent les corps de pompe, comme on peut le remarquer dans la premiere figure, en suivant les lettres précedentes.

Les figures 6 & 7 représentent deux planchers formant deux especes de galleries, pratiquées à la hauteur des nombres 6 & 7, marqués aux profils & élevations pour faciliter le travail qui regarde la machine. PLAN. 10.

1038. La huitiéme figure exprime l'étage où sont placés les *balanciers* qui communiquent le mouvement aux pistons, les crics servant à lever & baisser la roue & la vanne, placés en A & en B du plan & du profil.

La neuviéme figure exprime la distribution du logement du Gouverneur de la machine, pris au rez-de-chaussée, comme on en peut juger par le pont de bois qui y répond.

PLAN. 10.

1039. La dixiéme figure, celle de l'étage qui est au-dessus; & enfin la onziéme, le grenier où les tuyaux montans des pompes aboutissent aux endroits A & B, où ils dégorgent l'eau qui est conduite par le canal CD dans la cuvette D; & de-là à l'endroit E, d'où elle se décharge dans la coquille qui est au-dessous du cadran, représenté à l'endroit F de la planche précedente, & qui fait jouer un carrillon qui couronne agréablement cette façade.

*Détail des principales parties qui entrent dans le mecanisme de la même Machine.*

1040. Pour entrer dans le détail des principales parties de la machine, nous commencerons par les crics développés dans les figures 12, 15 & 16, où l'on voit qu'ils sont composés d'un volant à quatre bras de levier AB, dont l'essieu est accompagné d'un *pignon* C (fig. 16.) s'engrainant avec une roue D, qui a aussi un pignon E répondant aux *coches* du *cric* F, ainsi on jugera aisément que le volant venant à tourner, la roue D doit aussi tourner & faire monter le cric.

PLAN. 11.

La figure douziéme représente deux crics, dont les *futs* sont attachés sur une *femele* Q, pour concourir au même objet; cette femele repose sur le plancher S, qui est soutenu en cet endroit par des *encheveſtrures* R, enclavées dans les poutres T (fig. 15.).

1041. Comme les crics qui servent à lever la roue agissent de même que ceux qui levent la vanne, les uns & les autres étant semblablement disposés, la même explication leur deviendra commune: ainsi nous supposerons que la piece GH, qui traverse le plancher S, représente l'*aiguille* ou *fléche* de la vanne que l'on voit percée de plusieurs trous, pour y passer les *clefs* de fer L, M, distinctement marqués dans les figures 12, 15, où l'on voit que la fléche GH est embrassée par deux *prisons* NO, qui soutiennent la premiere clef L, à l'aide du support P, contre lequel s'appuyent les crics F, lorsqu'ils élevent la vanne; alors quand ils sont parvenus à leur plus haut point, on se sert de l'autre clef M, pour arrêter la vanne sur la femele Q, & lorsqu'elle ne se rencontre point à une hauteur suffisante pour y rester à demeure, l'on baisse les crics, pour placer plus bas la clef L en faisant descendre les prisons, afin de recommencer la même manœuvre autant de fois qu'on le juge nécessaire.

1042. Les corps de pompe sont au nombre de quatre, partagés en deux équipages, dont chacun est représenté par les figures 17, 18, 19, qui montrent que les deux pompes V, & leur *fourche* sont entretenues par les *entretoises* S attachées par des boulons à un chassis, dont Y, représente les *montans*, qui peuvent glisser

PLAN. 11.

contre les coulisses Z, embrassées par les extrêmités des entretoises; comme cela se distingue parfaitement dans la figure dix-neuviéme, où l'on voit que ces entretoises sont échancrées, aux endroits B, pour laisser aux tringles C, du chassis FE, qui porte le piston D, la liberté d'agir. PLAN. II.

1043. Ces chassis sont suspendus par des tringles de fer GF, à l'une des extrêmités des balanciers N, & à l'autre sont de semblables tringles GP, attachées à des rames qui répondent aux manivelles (1038), lesquelles venant à tourner, font jouer les pistons alternativement dans l'ordre que nous dirons plus bas. FIG. 13. & 14.

Les tourillons K de ces balanciers sont portés par des *chevalets* ML, posés sur le plancher AB, fortifié en cet endroit par les *enchevestrures* C, enclavées dans deux poutres, comme à la figure quinziéme.

L'on a dû remarquer dans la figure premiere (1053), que les corps de pompe étoient entierement plongés dans la riviere, & que c'étoit afin de pouvoir les retirer quand il faut les réparer ou les descendre, lorsque la riviere est fort basse, qu'on les a attachés à un chassis qu'on leve & baisse à l'aide des cabestans qui en facilitent la manœuvre, dont on auroit pû se dispenser, en suivant la disposition représentée par les figures 20 & 21, où l'on voit que les pompes refoulantes trempent dans une *basche* EFGH, qu'on suppose élevée sur le plancher AB, représenté par la figure septiéme; qu'au fond de cette basche sont des pompes *aspirantes* I, renfermées avec leur tuyau dans une caisse KL, pour les garantir du choc des corps étrangers que la riviere charie quelquefois, principalement des glaces. PLAN. 12.

1044. Pour juger des pieces qui servent à élever la roue, considérez les figures 22 & 23, où l'on remarquera d'abord la fléche S, percée par le haut comme l'aiguille de la vanne, afin de pouvoir être élevée de même par le moyen des crics: (1041) cette fléche est accompagnée de deux *tirans* de fer *f*, attachés avec des boulons *m* percés par le bas, pour y passer les clavettes *n*, servant à soutenir les *patins* P, qui composent le *chevet* sur lequel repose l'essieu de la roue, dont les *rais* sont figurés par la lettre *p*. *Explication des pieces qui servent à élever & à baisser la roue.*

Ces patins sont liés ensemble par quatre boulons *l*, & deux autres *q*, dont les premiers servent d'appuis aux tirans *f*, pour que le chevet suive toujours la même direction, lorsqu'on fait monter ou descendre la roue, ses extrêmités agissent le long de deux coulisses *r*, qui font partie des *poteaux* O.

A l'égard des pieces T, elles n'ont nul rapport avec les préce-

PLAN. 12 FIG. 22. & 23. dentes; ce sont les bouts des rames (1038) qui répondent aux balanciers & à la manivelle CD, dont les coudes se trouvent embrassés par des colliers K, le rectangle AD représentant le profil de la manivelle, pris le long de la *branche*, qui détermine l'intervalle d'un coude à l'autre, comme on en peut juger par les mêmes lettres marquées aux figures 4 & 5.

1045. Le bout des manivelles qui est enfoncé dans l'arbre de la roue, où il est retenu par un boulon *hs*, sert d'essieu à un cylindre *g* de 5 pouces de rayon, dont la surface est couverte d'un nombre de lames de cuivre, arrondies comme les fuseaux d'une lanterne, retenues par les extrêmités avec des *frettes*. Ce cylindre qui tient lieu de tourillon, joue sur un palier encastré dans le patin PQ seulement, l'autre qui se trouve du côté de la roue ne la touchant point, étant un peu évidé dans le milieu.

Voilà qui suffit, ce me semble, pour avoir une idée générale de cette machine; il ne reste plus pour en faciliter le calcul que de donner les mesures des parties qui doivent y entrer, afin de faire naître des exemples de la maniere d'appliquer les principes aux différens cas qui se présentent.

*Dimensions des principales parties de la machine.*

1046. Le rayon de la roue pris jusqu'au centre d'impression des aubes, est de 8 pieds ou de 96 pouces, ce qui répond à une circonférence de 50 $\frac{2}{7}$ pieds.

1047. Les *aubes* ont 18 pieds de longueur, sur 4 de hauteur, ce qui donne 72 pieds quarrés de superficie.

1048. Le *coude* des manivelles est de 21 pouces.

1049. Les *balanciers* ont 20 pieds de longueur, partagée de façon par les tourillons, que la partie qui répond à la manivelle fait un bras de levier de 10 pieds 9 pouces, & celle qui répond aux pompes, un autre de 9 pieds 7 pouces.

1050. Le *diametre des pistons*, ou celui des corps de pompe, est de 9 pouces; celui des *fourches* & du tuyau *montant* n'est que de 6.

1051. La *relevée* des pistons est de trois pieds, & refoule une colonne d'eau de 72 pieds de hauteur.

*Vitesse de la roue lorsque la riviere est dans son état moyen.*

1052. Quand la riviere est dans son état moyen, la roue fait 28 tours en 10 minutes; alors la vitesse du centre d'impression des aubes est de 2 pieds 7 pouces 6 lignes par seconde.

Le bord inférieur de la vanne trempe ordinairement de 2 ou 3 pouces dans l'eau, ce qui contribue à donner plus de vitesse à celle qui passe dessous pour venir frapper les aubes que si cette vanne étoit entierement levée, & on a soin de baisser assez la roue, pour que les aubes ne soient point couvertes par la vanne.

1053. M'étant servi de l'instrument de M. Pitot (614) pour mesurer la vitesse de l'eau qui passoit sous la vanne, lorsque la roue faisoit 28 tours en 10 minutes, j'ai trouvé qu'elle étoit de 6 pieds & environ 2 pouces par seconde. *Vitesse de la riviere dans son état moyen.*

1054. Pour faire ensorte que la puissance agisse avec le plus d'uniformité qu'il est possible, les manivelles sont disposées de façon, que si leurs coudes étoient tracés dans un même plan *vertical*, ils diviseroient en quatre parties égales la circonférence du cercle qu'ils décrivent; ainsi ces deux manivelles peuvent être considerées, comme n'en faisant qu'une seule à quatre coudes, tels que nous l'avons expliqué dans l'article 115; par conséquent il faudra pour avoir le bras de levier moyen, suivre ce qui a été enseigné dans l'article 116, en disant comme 7 est à 9; ainsi le coude de la manivelle de 21 pouces (1048) est au bras de levier moyen, qu'on trouvera de 27 pouces, & l'on pourra supposer dans le calcul de la machine, qu'elle n'est composée que d'un seul corps de pompe, dont le piston refoule sans interruption; alors la machine se trouvera composée de 4 bras de levier dont les longueurs étant prises de suite donnent.

Rayon de la roue 96 pouces. (1046)

Coude ou bras de levier moyen de la manivelle, 27 pouces. (1054)

Bras du balancier qui répond à la manivelle, 129 pouces. (1049)

Bras du balancier qui répond aux pistons, 115 pouces. (1049)

1055. Si l'on se rappelle ce qui a été dit dans l'article 74, l'on verra que dans cette machine le poids sera à la puissance, comme 96×129 est à 27×115, ou à peu près comme 4 est à 1. *Calcul pour trouver la puissance qui fait agir cette Machine.*

Comme le poids dont nous parlons est réduit à celui d'une colonne d'eau de 9 pouces de diametre, (1050) sur 72 pieds de hauteur, (1051) il sera d'environ 2228 ℔, dont le quart donne 557 ℔ pour la puissance appliquée à la roue, en faisant abstraction des frottemens, qui n'ont ici lieu qu'aux toutillons de la roue & à ceux des balanciers. Cependant l'on va voir que cette puissance est beaucoup au-dessus de celle que nous venons d'estimer, ce qui vient moins des obstacles causés par le frottement, que de la mauvaise construction des corps de pompes, qui ont 9 pouces de diametre, tandis que celui des fourches & du tuyau montant n'est que 6 pouces, (1050) ce qui rétrecit le passage de l'eau, eu égard au cercle des pistons, dans le rapport de 4 à 9, & même dans celui de 1 à 4, à cause des soupapes qui sont à coquilles, inconvéniens dont j'ai fait sentir les conséquences dans les articles 902, 903 &

963, 964, 965, on en va voir l'application d'une maniere bien sensible.

1056. La vitesse du courant s'étant trouvée de 6 pieds 2 pouces par seconde, (1053) & celle de la roue de 2 pieds 7 pouces 6 lignes, lorsque j'ai fait mes observations, (1052) soustrayant cette derniere de l'autre, on trouvera 3 pieds 6 pouces 6 lignes, pour la vitesse respective du courant qui frappoit les aubes, dont le choc sur une surface d'un pied quarré est de $14\frac{2}{3}$ ℔, comme on en peut juger par la Table troisiéme rapportée dans le premier Volume, pag. 258. Multipliant $14\frac{2}{3}$ ℔ par 72 pieds quarrés, superficie des aubes, (1047) il viendra 1056 ℔ pour le choc de l'eau qui agissoit sur la roue, (585) tandis qu'une puissance de 557 ℔, devroit ce semble suffir pour cela; (1055) ce qui fait une différence de près de 500 ℔ pour surmonter les obstacles étrangers au poids.

*Examen de la vitesse que devroit avoir la roue, eu égard à la pesanteur du poids qu'elle éleve.*

1057. Si les pompes étoient rectifiées, & qu'on suprimât les soupapes à coquilles, pour que les pistons pussent refouler l'eau sans obstacle, il n'y a point à douter que la roue ne fit plus de 28 tours en 10 minutes; (1052) car plus l'on emprunte de la force respective du courant pour surmonter la résistance qui lui est opposée, & moins la roue a de vitesse.

Pour en juger, cherchons quelle seroit la vitesse respective de la riviere, pour être capable d'une impression de 557 ℔, il faut diviser 557 ℔ par 72 pieds, superficie des aubes, l'on trouvera $7\frac{3}{4}$ ℔, pour la force respective du courant sur une surface d'un pied quarré, qui répond dans la troisiéme Table, page 258, à une vitesse de 2 pieds 7 pouces, qui étant soustraite de 6 pieds 2 pouces, vitesse entiere du courant, reste 3 pieds 7 pouces pour la vitesse de la roue par seconde, au lieu de 2 pieds 7 pouces 6 lignes; ce qui donne 2150 pieds en 10 minutes, qui étant divisé par $50\frac{2}{7}$ pieds, circonférence de la roue, (1046) vient 43 pour le nombre des tours qu'elle fera en 10 minutes; par conséquent le produit de la machine dans son état actuel, sera au produit dont elle seroit capable si elle étoit rectifiée, comme 28 est à 43.

*Cette Machine ne fournit point à beaucoup près la quantité d'eau qu'elle devroit produire.*

1058. Les manivelles faisant 28 tours en 10 minutes, chaque piston fera le même nombre de revelées, & les quatre ensemble 112, qui étant multipliés par 3 pieds, jeu du piston, (1051) donnent 336 pieds pour la hauteur de la colonne d'eau que les quatre pistons feront monter ensemble en 10 minutes, & cette colonne ayant pour base un cercle de 9 pouces de diametre, (1050) son poids sera de 10395 ℔, qui revient à 1039 ℔ d'eau par minute, ou à $37\frac{1}{9}$ pouces. (342) On peut donc dire, comme 28 est à 43, ainsi $37\frac{1}{9}$ pouces est à un quatriéme terme, qu'on trouvera $56\frac{8}{9}$ pouces,

ces, pour la quantité d'eau que la machine donneroit par minute, si elle étoit rectifiée, ce qui monte à une différence d'environ 57 muids par heure. (341)

1059. Cette machine ne pouvant être capable du plus grand effet, que lorsque la vitesse de la roue sera le tiers de celle du courant, (588) il ne suffiroit pas pour la rendre parfaite d'en rectifier les corps de pompe, leur laissant le même diametre, parce qu'alors la vitesse de la roue se trouveroit de 3 pieds 7 pouces par seconde, (1057) qui est plus que la moitié de celle du courant.

*Maniere de trouver le diametre des pistons qui pourroient convenir à cette Machine si elle étoit rectifiée.*

Pour continuer l'application des principes, afin d'en rendre l'usage familier, cherchons quel diametre devroient avoir les corps de pompe, en conservant toutes les autres parties de la machine dans le même état où nous les avons exposées : ce n'est pas qu'elle soit exempte de défaut, la roue se trouvant susceptible d'une correction importante, dont je ferai mention par la suite.

Lorsque la vitesse de la roue sera le tiers de celle du courant, la vitesse respective du même courant se trouvera de 4 pieds 1 pouce 4 lignes, (1053) dont le choc sur une surface d'un pied quarré répond à 20 ℔ dans la troisiéme Table, qui étant multiplié par 72 pieds, superficie des aubes, (1047) donne 1440 ℔ pour la puissance, qu'il faut quadrupler, parce que le rapport de cette puissance au poids, a été trouvé d'un à quatre ; (1055) il viendra 5760 ℔ pour le poids de la colonne d'eau que cette puissance pourra élever, dont la hauteur devant être de 72 pieds, (1051) il ne s'agit plus que d'avoir son diametre. Pour cela il n'y a qu'à multiplier 55 ℔, pesanteur d'un pied cylindrique d'eau, de même hauteur que celle dont nous parlons ; & comme elles sont l'une à l'autre dans la raison des quarrés de leur diametre, on dira, comme 3960 ℔ est à 5760 ℔ ; ainsi 144 est à un quatriéme terme qu'on trouvera de $209\frac{5}{11}$ pouces, dont la racine donne 14 pouces 5 lignes pour le diametre des pistons.

1060. Le produit de la machine dans son état actuel, étant à celui dont elle seroit capable, si elle étoit parfaite, dans la raison composée des quarrés des diametres des pistons, & de la vitesse de la roue ; dans ces deux cas, l'on aura son produit pour le dernier, en disant comme 81 pieds × 2 pieds 7 pouces 6 lignes est à 209 × 2 pieds 8 lignes, ou comme 213 est à 429 ; ainsi $37\frac{1}{9}$ pouces, est à un quatriéme terme, qu'on trouvera de 74 pouces d'eau, qui est la quantité que la machine fournira par minutes, lorsqu'elle sera parfaite.

*Si cette Machine étoit rectifiée elle pourroit élever le double de l'eau qu'elle fournit dans son état actuel.*

Comme des pistons qui auroient 14 pouces 5 lignes de dia-

metre, feroient peut-être peu commodes dans l'ufage; on pourroit, au lieu de quatre corps de pompes, en faire manœuvrer 6 de 11 pouces 9 lignes de diametre, qui produiroient enfemble la même quantité d'eau; mais je ne m'arrête point à cette confidération, puifqu'il ne s'agit ici que d'examiner de quel effet cette machine auroit pû être capable, fi les corps de pompe avoient été conftruits dans le goût de ceux que j'ai fait faire pour la machine du Pont Notre-Dame, & dont on trouvera les développemens dans le chapitre fuivant.

*La roue de la Samaritaine eſt très-defectueuſe, il faudroit pour la corriger qu'elle n'eut que ſix aubes, au lieu de huit.*

1061. Nous avons fuppofé jufqu'ici que la roue étoit fans défaut, c'eft-à-dire, que le nombre des aubes étoit proportionné à leurs largeurs & au rayon, c'eft ce qui ne fe rencontre point; cette roue ayant 8 aubes, au lieu que pour bien faire elle n'en devroit avoir que 7, felon l'article 675; alors quand la roue aura la même viteffe, l'action de l'eau dans le premier fera à fon action dans le fecond, à peu près comme 3 eft à 4, parce qu'à une roue de 10 pieds de rayon qui a 8 aubes de 4 pieds de largeur, lorfque chacune fe trouve verticale, elle n'eft choquée par le courant que fur les $\frac{3}{4}$ de fa largeur: le refte fe trouvant couvert par l'aube qui la fuit immédiatement; l'on voit qu'il ne faut guéres compter que fur les $\frac{3}{4}$ de la puiffance que nous avons dit (1056) qui agiffoit actuellement pour faire monter l'eau; par conféquent le défaut de cette machine ne doit point être entierement attribué à la mauvaife façon des pompes.

1062. Que fi au lieu de 7 aubes on n'en employoit que 6 de chacune 5 pieds de largeur, il arriveroit que fe trouvant verticale, & entierement plongée dans l'eau, celle qui la fuivra immédiatement ne la couvrira point, parce qu'elle fe trouvera à fleur d'eau; fon niveau divifera le rayon de la roue en deux également, comme il eft aifé de s'en convaincre; & le courant, au lieu d'agir fur une furface de 4 pieds de largeur, comme nous l'avons fuppofé dans les calculs précédens, en frappera une de 5, & la puiffance fe trouvera augmentée d'un quart en fus, ou de 360 ℔, qui eft une force plus que fuffifante pour furmonter le frottement dont la machine peut être fufceptible, dans le cas du plus grand effet; comme on en va juger; alors elle donnera au moins 74 pouces d'eau, c'eft-à-dire, le double de ce qu'elle produit actuellement, en fuppofant que la viteffe du courant fera toujours de 6 pieds 2 pouces par feconde. (1053)

*Calcul des frottemens*

1063. Pour calculer le frottement de cette machine, je confidere que la réfiftance qui vient de cette part, dépend de la pe-

fanteur des parties qui frottent, & de la longueur des bras de levier. Ayant cherché la folidité d'un balancier, je l'ai trouvé de 20 pieds cubes, qui étant multipliés par 60 ℔, )650) donne 1200 ℔, & comme les ferrures qui y font appliquées pefent environ 560 ℔, chaque balancier pefera donc 1760 ℔. *de cette Machine.*

Les triangles & le chaffis de fer qui portent chaque pifton, peuvent pefer 500 ℔, & chaque rame avec fes ferrures 360 ℔; ainfi les paliers qui portent les tourillons d'un balancier, fe trouvent chargés de 2620 ℔, rien que de la part des attirails.

Quoique le bras de levier de la puiffance qui répond aux manivelles, foit un peu plus grand que celui qui répond au poids, (1049) nous ne laifferons pas, pour la facilité du calcul, de fuppofer dans le milieu des balanciers, les tourillons qui fervent de point d'appui; alors chaque extrêmité pourra être confidérée chargée d'un poids de 2228 ℔, (1055) qui font enfemble 4456 ℔, qui étant ajouté au précédent, donne 7076 ℔, pour la charge d'un balancier, & comme il y en a toujours deux qui manœuvrent en même tems en pleine force, doublant ce nombre, on aura 14152 ℔, dont la moitié eft 7076 ℔, qu'il faut multiplier par un pouce, rayon des tourillons (1054), & divifer le produit par le bras de levier qui répond à la manivelle (1054), qui eft de 129 pouces, il viendra environ 55 ℔ pour le frottement des tourillons réduits à la manivelle (249), qu'il faut multiplier par le coude de la même manivelle, & divifer le produit par le rayon de la roue, jufqu'au centre d'impreffion des aubes pour avoir $\frac{21 \text{ pou.} \times 55 \text{ ll.}}{90}$, qui donne 13 ℔ pour la puiffance qui furmonte le frottement des balanciers.

1064. Ayant auffi eftimé le poids de la charpente, & des ferrures qui compofent la roue, avec celui des manivelles qui font de fonte; j'ai trouvé que le tout enfemble pefoit 12400 ℔, fur quoi il eft important de remarquer que les deux colonnes d'eau que la roue fait monter fans ceffe, loin de charger les paliers, les foulagent; car la réfiftance qu'elles oppofent, agiffant de haut en bas, tend à attirer les manivelles de bas en haut, & les attireroit en effet, fi la roue étoit d'un poids inférieur aux mêmes colonnes. Voilà donc deux puiffances qui agiffent felon des directions oppofées, c'eft pourquoi il faut retrancher de 12400 ℔, le double de 2228 ℔ (1055), il reftera 7944 ℔, pour la charge relative des paliers de la roue, dont la moitié donne 3972 ℔, qui étant multiplié par 5 pouces, rayon des tourillons (1045), & le pro-

duit divisé par 96, (1046) il vient 206 $\frac{7}{8}$ ℔, à quoi ajoutant 13 ℔, que l'on a trouvé en premier lieu; l'on aura 219 $\frac{7}{8}$ ℔, pour la puissance capable de surmonter tous les frottemens, excepté celui des pistons, auquel je n'ai point égard, pour les raisons rapportées dans l'article 227, & comme nous avons 360 ℔ de force destinée pour cela, on voit qu'il en reste une de 140 $\frac{7}{8}$ ℔, qui contribuera à donner à la roue une vitesse qui sera un peu au-dessus du tiers de celle du courant; que si l'on ajoute 219 $\frac{7}{8}$ ℔ à 1440 ℔, on aura 1659 $\frac{7}{8}$ ℔ pour la puissance qui surmonte le poids & le frottement.

Tous les calculs précedens, étant fondés sur des principes incontestables, il semble qu'en faisant les corps de pompes de 14 pouces 5 lignes de diametre, la machine doit nécessairement produire 74 pouces d'eau par minute, lorsque la riviere aura 6 pieds 2 pouces de vitesse par seconde; d'autant mieux qu'après avoir eu égard à toutes les résistances que la puissance aura à surmonter, il lui restera encore 140 $\frac{1}{8}$ ℔ de force; cependant nous allons faire voir que le produit deviendroit beaucoup moindre, si l'on ne corrigeoit pas un défaut auquel les Machinistes n'ont pas coutume d'avoir égard, faute d'en connoître la conséquence.

*Examen des variations de la force respective d'un courant sur la roue.*

1065. Quand nous avons calculé l'action de l'eau contre les aubes, nous avons supposé, comme on fait ordinairement, qu'elles étoient toujours frappées en plein, selon une direction perpendiculaire, mais c'est ce qui ne peut arriver que par intervalle, comme on l'a insinué dans l'article 676. Car lorsque l'angle BAI que forme les rayons AB, AI, se trouve divisé en deux également par la verticale AK, & que le niveau de l'eau passe par le point H, milieu du rayon AC, la premiere aube FB ne trempe dans l'eau que sur la hauteur DB, oblique au courant; or si dans cette situation l'impulsion du courant se trouve inférieur à la puissance sur laquelle on avoit compté, il arrivera que par intervalle la roue aura une vitesse moindre que celle du tiers du courant, ce qui ne pourra manquer d'en retarder l'effet, comme on en va juger.

*Voyez sur la planche onziéme la figure désignée par la lettre X.*

Le triangle ABI étant équilatéral, le quarré de la perpendiculaire AK sera les $\frac{3}{4}$ de celui du côté AB, que nous supposerons divisé en mille parties égales; alors on trouvera que la perpendiculaire en contient 866, de laquelle retranchant la partie AH de 500, puisqu'elle est égale à la moitié du rayon, reste 366, pour la partie HK=DE, les triangles semblables DBE, BAK, donnant AK (866), AB (1000) : : DE (366), DB=422.

Si l'aube FB étoit dans la situation verticale HC, le choc qu'elle recevroit, seroit à celui que peut recevoir la surface DE de même base, comme HC est à DE; on aura donc comme HC (100) est à DE (366), ainsi 1800 ₶, est à un quatriéme terme, qu'on trouvera de 1317: mais on a vû dans l'article 583 que l'impression d'un courant contre une surface DE, est à son impression contre une autre inclinée DB, comme DB est à DE, ou comme AB est à AK; on aura donc comme AB (100), est à AK (866), ainsi 1317 est à un quatriéme terme, qu'on trouvera de 1140 ₶ pour l'action du courant, lorsque la roue se rencontre dans la situation la plus désavantageuse, au lieu de 1800 ₶, qui répond à la situation opposée; que si l'on compare ces deux actions, on trouvera qu'elles peuvent être exprimées par $\frac{18}{10}$; l'on voit que le courant, pour agir sur la partie BD avec 1659 $\frac{2}{3}$ de force doit avoir une vitesse respective plus grande que les deux tiers de la vitesse totale, que par conséquent la vitesse de l'aube FB, sera moindre que le tiers de celle du courant, mais ira toujours en croissant, jusqu'à son arrivée dans la verticale AC.

1066. On peut remedier en partie à cet inconvénient, en descendant la roue, en sorte que les bords supérieurs F & G des aubes, dans le cas le plus désavantageux, répondent au niveau OP de l'eau; alors on ne perdra plus que de la part de l'obliquité du courant, dont voici le déchet. *Rapport de la force du courant dans les deux cas extrêmes.*

Nous supposerons que la ligne RD exprime la vitesse respective du courant, & qu'on a abaissé RS perpendiculaire sur FB; menez FQ parallele à AK, & ayant nommé FB ou HC, $a$; FQ, $b$; RD, $m$; RS, $n$; alors on aura $mma$ pour la force respective du courant contre l'aube FB, quand elle se trouvera dans la situation verticale HC, & $nna$, quand elle sera dans la situation la plus désavantageuse; mais comme les triangles semblables RSD, & FQB, donnent RD ($m$), RS ($n$) :: FB ($a$), FQ ($b$), ou $mm$, $nn$ :: $aa$, $bb$; si l'on multiplie les termes de cette proportion par $a$, on aura $mma$, $nna$ :: $aaa$, $bba$, ou $mma$, $nna$ :: $aa$, $bb$; qui montre que le choc de l'eau contre l'aube verticale, est à son impulsion contre l'aube oblique, comme le quarré de FB est au quarré de FQ; mais comme le dernier est les $\frac{3}{4}$ du précedent, il suit que le choc dans les deux cas extrêmes, sera comme 4 est à 3, par conséquent l'impression de l'eau dans le cas le plus désavantageux sera de 1350 ₶, qui est encore inférieure à la puissance de 1659 $\frac{2}{3}$ ₶ (1064).

1067. Les analogies précedentes pouvant être appliquées à

toutes les situations que l'aube FB prendra, en décrivant l'arc BC, de 30 degrés; l'on voit que prenant l'hypotenuse FB du triangle rectangle FBQ pour le sinus total, les quarrés de tous les sinus FQ, des angles FBK, c'est-à-dire, de tous les sinus qui sont entre 60 & 90 degrés, exprimeront les différens chocs de l'eau dans le passage de l'aube FB, du cas le plus désavantageux à celui du plus grand effet.

*Voyez sur la planche onzième la figure designée par la lettre Y.*

Si dans le quart de cercle ABC, l'on fait la corde BD égale au rayon AC, l'arc DA sera de 30, & le triangle DBC se trouvera équilatéral; alors le quarré de la perpendiculaire DE étant les $\frac{3}{4}$ de celui du rayon CA, tous les quarrés des sinus LI, renfermés dans le segment ADEC, pourront exprimer les différentes impressions de l'eau dans les deux cas extrêmes.

*La force moyenne d'un courant qui agit sur une roue à six aubes, est égale aux onze-douzièmes de la plus grande.*

1068. Comme parmi tous les quarrés dont nous parlons, il y en a un moyen, qui étant multiplié par la ligne EC, donne un produit égal à la somme de tous les autres; il est constant que si l'impulsion que ce quarré moyen exprime, se trouve égal, ou un peu au-dessous d'une puissance de 1670 ℔: cette impulsion pourra être prise pour une force moyenne, entre celles de 1350 ℔ & 1800 ℔: Pour sçavoir ce qui en est, il faut prendre sur le prolongement de EG la ligne GF, égale à GA, pour avoir le triangle rectangle & isocelle FGA, qui donne AK = HK = IC, d'où l'on tire $\overline{LC}^2 - \overline{IC}^2 = \overline{LI}^2$, ou $\overline{AC}^2 - \overline{HK}^2 = \overline{IC}^2$, ou $\overline{KI}^2 - \overline{HK}^2 = \overline{LI}^2$; & comme il en sera de même à quelque point de la hauteur GA qu'on tire la ligne HI, il suit que la somme de tous les quarrés des élemens du rectangle AGEC, moins la somme de tous les quarrés des élemens du triangle AFG, est égale à la somme des quarrés des élemens du segment ADEC. Or si l'on nomme AC ou KI, $a$; EC ou GA, ou GF sera $\frac{a}{2}$, alors la somme de tous les quarrés des élemens du rectangle AGEI, sera $aa \times \frac{a}{2}$, & celle des quarrés des élemens du triangle AFG, qui compose une piramide, sera $\frac{aa}{4} \times \frac{a}{6}$, dont la différence avec la précédente donne $\frac{a^3}{2} - \frac{a^3}{24}$, ou $\frac{11a^3}{24}$ pour la somme de tous les quarrés du segment ADE, qui étant divisé par $\frac{a}{2}$, il vient $\frac{11aa}{12}$, qui montre que le quarré moyen est égal aux onze-douzièmes du quarré

du rayon; d'où l'on peut conclure que l'action moyenne du courant, entre les deux cas extrêmes, est égale aux onze-douziémes de son impulsion contre l'aube verticale; ainsi multipliant 1800 ℔ par $\frac{11}{12}$, on trouvera 1650 ℔ pour la puissance moyenne qui doit mouvoir la machine dans le cas du plus grand effet; l'on peut donc conclure que la vitesse moyenne de la roue se trouvera à peu près égale au tiers de celle du courant, & par conséquent la machine produira 74 pouces d'eau.

De tout ce qui précede, j'en vais tirer plusieurs maximes qu'il ne faut point perdre de vûe, lorsqu'il s'agira de regler les proportions des parties d'une machine mise en mouvement par le courant d'une riviere.

*Maximes qu'il faut suivre dans la construction des machines mues par un courant pour les rendre parfaites.*

1069. Une roue à six aubes, est préferable à celle qui en a un plus grand nombre, parce que ces aubes peuvent avoir pour hauteur jusqu'à la moitié du rayon.

1070. Il faut toujours que la roue soit plongée dans l'eau, de maniere que son niveau couvre le bord superieur des deux aubes, qui se trouvent également éloignées de la verticale, parce qu'alors dans une roue à six aubes, l'action moyenne du courant n'est inferieure à celle du plus grand effet que d'un douziéme.

1071. Après avoir déterminé la longueur & la largeur des aubes, on ne doit compter que sur les *onze-douziemes de leur superficie pour regler le poids que la machine pourra élever*, afin d'avoir égard aux variations de la roue.

1072. Après qu'on aura trouvé la puissance *moyenne*, il faut pour avoir le poids, faire entrer dans le calcul la résistance causée par le frottement, pour ne point estimer le poids plus fort qu'il ne doit être.

1073. L'estimation de la puissance ne doit se faire que sur la vitesse qu'aura le courant, dans le tems des *moyennes eaux, & prendre garde si les aubes pourront alors y être plongées entierement*, parce que faute de ces attentions, on seroit peut-être le cercle des pistons trop grand, & la machine seroit en danger de s'arrêter dans le tems des secheresses.

1074. Pour n'avoir rien à craindre de la diminution du courant, il faut connoître sa vitesse dans le tems des basses eaux, & *voir si sa force absolue sera superieure à la puissance qui doit surmonter le poids & le frottement*. Si cela se rencontre, on sera sûr que la machine ne s'arrêtera pas, au lieu que si la force absolue du courant se trouvoit inferieure à la puissance, il faudroit nécessairement diminuer le poids, c'est-à-dire, les diametres des pistons.

*Formules ou regles générales pour déterminer les principales parties d'une Machine mûe par un courant.*

1075. Pour réduire les calculs précedens à des régles générales, dont on puisse faire usage, indépendamment de la troisiéme Table, considerez que lorsqu'on a *la vitesse* d'un courant, *la superficie des Aubes*, & *la puissance* appliquée à une machine, on pourra toujours trouver *la vitesse de la roue*, par conséquent *celle du poids*; car nommant V la vitesse du courant; $x$, celle de la roue; $f$, la superficie d'une aube *réduite*; $p$, la puissance, l'on aura $V - x$, pour la vitesse respective du courant contre les aubes, dont le quarré étant divisé par 60, donne $\frac{\overline{V - x}^2}{60}$, pour la hauteur de la chûte capable de cette vitesse, (602) qu'il faut multiplier par 70 ℔, pour avoir l'expression de la force respective du courant, contre une surface d'un pied quarré, qui sera $\frac{\overline{V - x}^2}{60} \times 70$, ou $V - \sqrt{\frac{6}{7} \times \frac{p}{f}} = x$, qui est une formule qui montre, que *pour avoir la vitesse de la roue, il faut diviser la puissance par la superficie d'une des aubes, multiplier le quotient par $\frac{6}{7}$, extraire la racine quarrée du produit, la soustraire de la vitesse du courant, & la différence donnera la vitesse de la roue.*

1076. S'il s'agissoit d'une machine existante dont la vitesse de la roue seroit connue, & qu'elle se rencontrât moindre que celle qu'on aura trouvée par le calcul, la différence sera causée par le frottement de la machine, ou par le défaut de quelques pieces. *Pour sçavoir quelle est la puissance qui surmonte les obstacles, il faudra soustraire de la vitesse du courant les deux vitesses de la roue, quarrer les différences pour avoir le rapport du choc de l'eau dans ces deux cas; & si l'on en multiplie les termes par $\frac{7}{6}$ S, les produits donneront les chocs réels, & leur différence la force employée pour surmonter les frottemens.*

1077. Pour juger de l'effet de la machine dans les mêmes cas, nous nommerons $q$, le poids; $u$, sa vitesse, & $b$ la vitesse que doit avoir la roue relativement au poids; alors les quantités de mouvement de la puissance & du poids, donneront dans le premier cas $\overline{V - b}^2 \times bf \times \frac{7}{6} = qu$, au lieu que dans le second, le premier produit étant toujours plus grand que l'autre, l'on aura $\frac{qu}{\overline{V - b}^2 \times bf \times \frac{7}{6}}$ *pour le rapport de l'effet de la machine à celui qu'elle devroit faire.*

1078. Si l'on connoissoit la vitesse de la roue, & la puissance capable de surmonter le poids & le frottement, qu'on voulut avoir la vitesse du courant que nous nommerons $x$, la premiere formule deviendra

deviendra $\overline{x-b}^2 \times \frac{7}{6} \times f = p$; d'où l'on tire $x = \sqrt{\frac{6}{7} \times \frac{p}{f}} + b$.

1079. Pour avoir aussi une formule qui puisse servir à calculer toutes les machines *dans le cas du plus grand effet*, considerez que nommant encore V, la vitesse du courant; $u$, celle du poids; S, la superficie réduite d'une des aubes; l'on aura $VV \times \frac{7}{6} \times S$ pour la puissance qui seroit en équilibre avec le poids & le frottement, (1076) qu'il faut multiplier (595) par $\frac{4}{9}$, & le produit par $\frac{V}{3}$, vitesse que doit avoir la roue; il viendra $V^3 \times S \times \frac{14}{81}$ pour la quantité de la puissance, qui dovant être égale à la quantité de mouvement du poids, donne $V^3 \times f \times \frac{14}{81} = q \times u$. Formule générale avec laquelle on pourra toujours connoître l'une des quatre grandeurs V, $u$, $f$, $p$, moyennant la connoissance des trois autres.

1080. Par exemple, *pour avoir le poids* que la machine doit élever, on aura $\frac{V^3 \times S \times \frac{14}{81}}{u} = q$, qui montre qu'il *faut multiplier le cube de la vitesse du courant, par la superficie réduite d'une des aubes, pour avoir un premier produit qu'il faut multiplier par $\frac{14}{81}$, & diviser ce second produit par la vitesse que doit avoir le poids; & si du quotient l'on en retranche la résistance causée par le frottement, on aura le poids réel que la machine doit élever.*

1081. Que si l'on vouloit connoître *la vitesse du courant*, la formule deviendra alors $V = \sqrt[3]{\frac{q \times u \times \frac{81}{14}}{f}}$, qui montre *qu'il faut multiplier la quantité de mouvement du poids par $\frac{81}{14}$, & diviser le produit par la superficie réduite d'une des aubes, & extraire la racine cube du quotient.*

1082. Voulant de même connoître *la superficie de chaque aube réduite*, on aura $f = \frac{q \times u \times \frac{81}{14}}{V^3}$, qui montre *qu'il faut multiplier la quantité de mouvement du poids par $\frac{81}{14}$, & diviser le produit par le cube de la vitesse du courant.*

1083. Enfin voulant avoir *la vitesse du poids*, on aura $\frac{V^3 \times S \times \frac{14}{81}}{q} = u$, qui montre *qu'on doit multiplier le cube de la vitesse du courant par la superficie d'une des aubes réduite, pour avoir un premier produit, qu'il faut multiplier par $\frac{14}{81}$, & diviser le second produit par le poids, y compris le frottement.*

L'on voit que les calculs précedens peuvent être appliqués à toutes sortes de machines mûes par un courant, quel qu'en soit

la construction, sans se mettre en peine de la longueur des bras de levier.

## *Description des Pompes pour éteindre les Incendies.*

*Ordre que l'on observe en Alsace & dans les Pays-bas, pour les incendies.*

1084. Personne n'ignore la nécessité d'avoir dans une Ville plusieurs pompes ambulantes pour éteindre les Incendies, & de se munir de longue main de tout ce qui peut donner un prompt secours lorsque par malheur le feu prend dans quelque Quartier; autrement il est à craindre qu'il ne se consume en peu de tems un grand nombre de maisons, sur-tout quand son activité se trouve secondée d'un vent impetueux.

Il n'y a point de Pays où la Police soit mieux entendue en pareil cas que dans les Pays-bas & en Alsace. Dans chaque Ville il y a une Maison où l'on renferme plusieurs pompes, avec un grand nombre de Sceaux de cuir, d'Echelles, Crocs de fer, Cuves, &c. Il y a aussi des Sceaux répandus dans tous les différens Quartiers, principalement dans les maisons des magistrats, où ils sont accrochés aux planchers de leurs Vestibules, comme une marque d'honneur.

Lorsque le feu prend en quelqu'endroit, aussi-tôt le Gueteur sonne le toxin; si c'est la nuit il expose un flambeau allumé en dehors du Beffroy, du côté où il apperçoit le feu, & si c'est pendant le jour, il se sert d'un Drapeau rouge. Dans les Villes de Guerre, au premier coup de la cloche, l'on bat la Générale, la Garnison prend les armes pour s'emparer des postes marqués par celui qui commande; l'on pose des détachemens sur toutes les avenues qui répondent à l'endroit où est le feu pour empêcher le désordre, & pour prévenir les surprises que les ennemis auroient tenté sur la Place. Pendant ce tems-là tout est en mouvement du côté de l'Hôtel de Ville, chacun ayant son emploi marqué par le Magistrat; & pour exciter l'émulation, celui de Strasbourg a établi dans chaque Quartier des Officiers, chargés de la direction des manoeuvres qu'ils doivent exécuter en cas d'Incendie : celui de ces Officiers qui arrive le premier à l'endroit où il faut donner du secours est récompensé d'une certaine somme payée par la Ville, celui qui arrive le second en a une moindre, ainsi du troisiéme; mais celui qui n'arrive que le dernier, est obligé de payer une amende qui fait une partie de la récompense des plus diligens, à moins qu'il ne soit dans l'impuissance de se trouver à son devoir.

D'un autre côté, tous les Religieux Mendians qui sont d'un

grand secours en pareil cas, partent de leur Monastere, munis des Sceaux qu'ils ont chez eux, & de ceux qu'ils rassemblent en chemin, se rendent au lieu où est le feu, pour y donner des marques de leur zéle, en s'exposant aux plus grands dangers.

L'on place les pompes dans les endroits les plus commodes pour y lancer l'eau ; & comme elles en consomment beaucoup, on prend toutes les mesures nécessaires pour qu'elles n'en puissent pas manquer. L'on fait ranger en file des deux côtés des rues qui aboutissent à l'Incendie, tous les habitans, pour se donner de main en main des sceaux pleins d'eau, ce que font les plus forts que l'on range d'un côté, tandis que les plus foibles que l'on met de l'autre, les renvoyent vuides jusqu'aux endroits où l'on puise l'eau: de cette sorte les pompes se trouvant au centre de la manœuvre, il leur vient de l'eau de toute part, & comme elles sont environnées de plusieurs cuves, où l'on décharge celle qu'elles ne peuvent consommer sur le champ; il arrive qu'à quelque éloignement qu'elles soient de la riviere ou des puits, elles sont toujours bien servies.

Si malheureusement le vent vient à pousser le feu vivement, & qu'on ait lieu d'apréhender pour les maisons voisines, on abat promptement celles qui sont le plus à portée de l'Incendie, afin de lui couper le chemin. Après ce détail, voici la Description des plus belles pompes qui sont venues à ma connoissance.

1085. La planche 13 comprend les développemens d'une pompe exécutée à Strasbourg : comme elle est représentée dans tous les sens, je me contenterai d'en donner une legere explication. L'on voit qu'elle est composée d'abord d'un grand Bac monté sur quatre roues, accompagnées d'un train pour être voiturée par des Chevaux. Au fond de ce Bac sont attachés sur une platte forme deux corps de pompes D de 4 pouces de diametre, unis à une fourche E, qui va aboutir au tuyau montant H, à l'extrêmité duquel est un autre tuyau I, servant à diriger l'eau, comme nous le dirons plus bas. Dans chaque corps de pompe joue un piston sur 8 ou 10 pouces de levée, répondant à des verges de fer, suspendues aux leviers ou balanciers FG, qui font aspirer & refouler les pistons alternativement par l'action des hommes qui y sont appliqués; le Bac est partagé en deux parties par une cloison percée de trous, l'une sert à loger les corps de pompes, & l'autre à recevoir l'eau qui doit être refoulée. Je passe sous silence les soupapes qu'on suppose placées dans le fond des corps de pompe & au bas de la fourche qui leur est unie ; je ne dis rien non plus de la construction des pistons qui sont massifs & entourés de ban-

*Description d'une pompe pour les Incendies, exécutée à Strasbourg.*

PLAN. 13.

des de cuir, comme à l'ordinaire, étant aisé de s'imaginer ces petits détails, après tout ce qui a été dit sur les pompes dans le Chapitre précedent.

*Autre pompe pour les Incendies, executée à Ipres.*

1086. Voici une autre pompe dans le goût de la précedente, mais dont la manœuvre paroît plus commode; elle est exécutée à *Ipres*, & l'on s'en est servi nombre de fois avec beaucoup de succès, passant pour la meilleure du Pays. Elle est composée d'un grand Bac posé sur un traineau; ce Bac sur sa longueur est divisé en trois parties égales par les cloisons VX, percées de plusieurs trous, pour qu'en versant l'eau dans les reservoirs T, elle ne puisse point en passant dans le milieu, entraîner d'ordures. Les corps de pompes sont placés en S, accompagnés de leurs soupapes, pistons & branches, comme on le voit représenté en particulier dans la quatriéme figure.

PLAN. 14. FIG. 2. 3. & 4.

L'on voit dans la premiere figure que les pistons E, F sont suspendus à un balancier CD, traversant un essieu AB qui repose sur les paliers BI, représentés dans la seconde figure, qui est une vûe exterieure de la pompe en perspective. Aux extrêmités de cet essieu sont suspendus des supports de fer BO, dont chacun porte une piece de bois LM ou OP que je nomme Rame, laquelle peut jouer librement autour du Boulon sur lequel elle est en équilibre: à ces Rames sont attachées un nombre de chevilles de bois N en forme de poignées, ausquelles sont appliquées autant de personnes qui poussent en avant & en arriere, comme font les Rameurs, & donnent le mouvement à l'essieu qui fait jouer les pistons; ce qu'il est aisé de s'imaginer en considérant encore la premiere figure, relativement à la seconde; les parties GH, IK n'étant autre chose que la représentation des Rames LM, OP.

L'on a accompagné la quatriéme figure de toutes les parties essentielles à cette pompe qui méritent quelque attention; & pour faire voir l'effet des différentes soupapes, on a supposé que les unes telles que I, G, étoient coniques, & les autres K, H, faites en clapets. A l'égard du tuyau B qui répond aux branches L, M, l'on voit qu'il est accompagné d'une boete à deux anses A, percée en écrou par le dedans, avec un rebord interieur, dont le diametre est de même calibre que le tuyau B, qu'elle ne peut abandonner & dont on va voir l'usage. C'est un tuyau coudé & taillé en vis par ses extrêmités, dont celle d'en haut doit s'ajuster avec un autre tuyau D. E est une seconde boete à écrou comme la premiere A, avec cette seule différence qu'elle n'a point d'anses pour la tourner, parce qu'étant plus petite, elle peut être plus aisément ma-

niée. D eſt un tuyau d'environ 7 pieds de longueur, ſervant à diriger l'eau, c'eſt pourquoi il va en diminuant vers le bout.

Pour monter la fourche avec ſon genou, on fait entrer le bout du tuyau B, dans l'autre tuyau coudé C, on éleve la boete A qu'on tourne autour de la vis qui répond au tuyau C; alors ces deux piéces ſe trouvent unies, de maniere que celle d'en haut peut tourner librement autour du tuyau immobile B, afin de pouvoir lancer l'eau du côté que l'on veut; enſuite l'on fait entrer juſqu'à la vis dans le tuyau D, l'extrêmité ſuperieure du tuyau coudé C, que l'on unit par le moyen de la boete F, dont l'écrou vient s'ajuſter avec la vis dont nous parlons, qui n'empêche pas le tuyau D de tourner pour le diriger plus haut ou plus bas, ſelon que ſa courbure ſe trouve diſpoſée.

Le deſſus du milieu de la partie du Bac dans lequel ſont placés les corps de pompes, eſt couvert par un plancher ſur lequel eſt ſitué celui qui conduit le tuyau D, qui eſt une commodité eſſentielle qu'on n'a pas coutume de pratiquer aux pompes ordinaires.

*Nouvelle pompe pour les Incendies, exécutée en Hollande.* PLAN. 15.

1087. Les figures 4, 5 & 6 de la planche 15, comprennent le profil, le plan & l'élevation d'une pompe différente de deux précédentes, & telle qu'on en trouve dans pluſieurs Villes de Hollande. Elle eſt compoſée d'un Bac partagé en trois parties par deux cloiſons percées, comme ci-devant, de pluſieurs trous, pour que l'eau verſée dans les reſervoirs O & P parvienne pure au retranchement du milieu, où ſont placées les pompes, dont voici la diſpoſition.

Dans le milieu eſt un cylindre Q, couvert d'un chapiteau arrêté par des vis, le pourtour garni de rondelles de cuir, de maniere que l'air ne puiſſe y entrer ni en ſortir. Ce cylindre eſt uni à deux corps de pompes diametralement oppoſés, leſquels par le jeu de leur piſton, font entrer l'eau dans le récipient Q, en paſſant par les communications N, M, qui s'ouvrent & ſe ferment alternativement avec les clapets A, ſelon que les piſtons hauſſent ou baiſſent. Le pourtour des corps de pompes eſt percé vers le bas au-deſſous des ſoupapes K, L, qui eſt l'endroit par où l'eau s'introduit, lorſqu'on vient à lever chaque piſton, dont on ſentira l'effet, en conſiderant que l'eau qu'ils ont aſpirée pour remplir chaque corps de pompe eſt refoulée dans le récipient, dont l'air ne pouvant ſortir auſſi-tôt que le trou B ſe trouve ſurmonté par l'eau, va ſe réunir vers le ſommet du récipient, où il ſe condenſe de plus en plus à meſure que l'eau y entre en plus grande quantité, parce que le trou B étant plus petit que le cercle des piſtons, il entre plus d'eau

dans le récipient qu'il n'en peut sortir dans le même tems. Ainsi l'eau est refoulée sans interruption, non-seulement parce qu'il y a deux pistons qui jouent alternativement, mais encore parce que la surface de l'eau du récipient est pressée de haut en bas par le ressort de l'air, qui refoule avec une force à peu près égale à celle qu'on imprime aux pistons; de sorte que l'eau est lancée continuellement avec une vitesse qui est toujours à peu près la même, malgré l'inégalité de l'action de ceux qui sont appliqués au balancier EF, dont les extrêmités sont terminées en fourche, comme on le voit dans la sixiéme figure, afin de pouvoir y enfiler une poignée assez longue, pour que cinq ou six hommes puissent agir de front. Cette figure fait voir aussi le boyau de cuir D, qui s'ajuste avec une boete de cuivre C, répondant au trou B, par lequel l'eau est refoulée dans le boyau, pour être dirigée à l'aide du tuyau E, dans les endroits embrasés qui ne peuvent être aperçûs du lieu où la pompe est placée. Au reste, comme cette pompe est de même espece que celles dont j'ai fait mention dans les articles 881, 886, je ne m'y arrêterai pas davantage, la simple considération du profil faisant assez connoître le Mécanisme qui lui est propre.

*Description d'une pompe pour les Incendies, avec laquelle on lance l'eau sans interruption par le mouvement d'un seul piston.*

1088. M. Perault dans son Commentaire sur Vitruve, pag. 318. fait mention d'une pompe de même espece que la précédente, qui étoit de son tems dans le Cabinet de la Bibliotheque du Roy, laquelle, dit cet Auteur, *sert à lancer de l'eau fort haut dans les Incendies : ce que cette machine a de particulier, & qui n'est point dans les autres de cette espece, dont la description se voit dans le Livre des forces mouvantes de Salomon de Caux, étant qu'avec un seul piston, par le moyen de l'air, l'eau est poussée de maniere qu'elle a un cours continu, & qui n'est point interrompu lorsque le piston attire l'eau.*

PLAN. 15. FIG. 1. Pour en juger, considerez la premiere figure composée d'un corps de pompe A, dont le fond est percé d'un trou fermé par une soupape pour recevoir l'eau du Bac, dans lequel on suppose que cette machine est placée. Ce corps de pompe est uni à un récipient B, par le moyen d'un tuyau de communication C, ayant à l'endroit E une soupape pour empêcher que l'eau qui est entrée dans le récipient, n'en puisse sortir. Ce récipient qui est bien fermé de toutes parts comprend dans le milieu un tuyau FD, qui descend presque jusqu'au fond.

Lorsqu'on fait jouer le levier H, auquel est suspendu le piston, l'eau entre d'abord dans le corps de pompe & dans le récipient jusqu'à une certaine hauteur au-dessus de l'orifice D, qui s'y trou-

vant submergé, l'air renfermé dans le récipient, qui n'en peut plus sortir, se comprime de plus en plus à mesure que le récipient se remplit. Or comme chaque fois que le piston refoule, le récipient reçoit plus d'eau qu'il n'en peut sortir par le tuyau FD, dont l'orifice superieur est beaucoup plus petit que le cercle du piston; il arrive que non-seulement l'eau est lancée avec beaucoup de vitesse dans le tems que le piston refoule, mais qu'elle monte encore à peu près à la même hauteur dans le tems de l'aspiration, par l'action du ressort de l'air qui presse la surface de l'eau pour se remettre dans son état naturel, comme dans l'article 881; & voilà l'*Enigme de Mécanique* devinée par M. du Fay * lorsqu'il vit à Strasbourg une pompe qui agissoit sans interruption, quoiqu'il n'y eut qu'un seul piston, dont M. Jacob Leupold faisoit mistere, comme d'une chose nouvelle.

* *Histoire de l'Academie, année 1735. page 78.*

La seconde figure représente une autre maniere de construire la machine précédente, en faisant que l'eau soit lancée par l'orifice B à côté du récipient A, & non par le sommet, & on y a ajouté deux corps de pompes, afin que l'un des leviers E ou F puisse travailler au défaut de l'autre. A l'égard du cercle D, l'on suppose qu'il marque la surface de l'eau dans le récipient, au moment que le piston en refoulant est parvenu au plus bas, & qu'ensuite elle est descendue en C à la fin de l'aspiration. FIG. 2.

*Description d'une Fontaine artificielle, nommée communément Fontaine Heronienne.*

1089. Voici une Fontaine artificielle qui agit par la condensation de l'air, imaginée par Heron, célebre Mathématicien d'Alexandrie, & qui m'a paru assez ingénieuse pour mériter de trouver place ici. Elle est composée de deux vaisseaux cylindriques égaux ABCD, EFGH, chacun fermés par deux fonds IK, CD & EF, GH, dont le premier IK est à quelque distance du bord AB, pour former un petit bassin IABK. Ces deux vaisseaux sont entretenus ensemble par un cylindre creux 4, 5, au travers duquel passe un tuyau RS, dont un des orifices R est soudé au fond IK du bassin, & l'autre S répond à une petite distance du fond GH; la surface de ce tuyau est entretenue au fond CD, EF, en Y & Z. FIG. 3.

Ensuite est un second tuyau TV, dont une des ouvertures V est soudée avec le fond EF, & l'autre T est autant éloignée du fond IK que S l'est de GH; ce tuyau a aussi sa surface soudée au fond CD à l'endroit X; enfin le fond IK est traversé par un tuyau PQ dont l'ouverture Q est éloignée du fond CD, à la même distance que le sont T & S de ceux qui leur répondent. A ce troisiéme tuyau est adapté un ajutoir P de 2 ou 3 lignes de diametre; cela bien entendu, voici le jeu de cette machine.

On commence par ôter l'ajutoir P, afin de verser de l'eau plus commodément dans le vaisseau CIKD jusqu'à la hauteur LM de l'orifice T du tuyau TV, c'est-à-dire que l'on cesse d'en verser lorsqu'on l'entend descendre dans le vaisseau GF; on remet l'ajutoir, & l'on ferme le trou, ensuite l'on verse de l'eau dans le bassin IABK, laquelle descendant par le tuyau RS, va se rendre dans le vaisseau GF, où il n'en peut entrer que jusqu'à une certaine hauteur NO, parce que l'air dont cette eau occupe la place venant à se condenser, empêche qu'il n'en entre davantage. Toutes les colonnes d'eau comprises dans l'espace GNOH, & qui ont pour hauteur NG, tendant à monter aussi haut que la colonne comprise dans le tuyau RS, le ressort de l'air renfermé dans les espaces NF, LK, se trouve augmenté d'une force équivalente au poids d'une colonne d'eau qui auroit pour base le cercle LM & pour hauteur KO.

Si l'on débouche l'ajutoir, le ressort de l'air pressant la surface LM de l'eau CM, la fera jaillir à une hauteur à peu près égale à KO, & continuera de même tant qu'il y aura de l'eau dans le vaisseau CK, parce que celle qui sort, retombant dans le bassin IB, vient se rendre dans le vaisseau GF, y occupe la place de l'air qui est passé dans le vaisseau CK, où il se trouve toujours également condensé, puisque l'eau ne faisant que sortir du vaisseau superieur pour se rendre dans l'inférieur, la machine en contiendra toujours une égale quantité; mais lorsque l'orifice Q du tuyau PQ ne trempera plus dans l'eau, alors l'air trouvant une issue pour s'échaper, la machine cessera d'aller.

Pour la faire jouer tout de nouveau, on fait sortir par un trou pratiqué au fond GH, toute l'eau qui s'est rendue dans le vaisseau inferieur, & après l'avoir refermé, l'on met la machine en état de recommencer de nouveau.

Tandis que nous en sommes sur le concours des effets de l'air & de l'eau, je crois qu'il ne sera point inutile de faire mention d'une maniere de souffler le feu des Forges, bien différente de celle dont on fait usage ordinairement, mais elle ne peut gueres avoir lieu que dans les Pays de montagnes d'où il descend de l'eau, comme en Provence, où le soufflet que je vais décrire est fort en usage, se rencontrant le long de l'Isere entre Ramans & Grenoble, cinq ou six Forges qui n'en ont point d'autres.

PLAN. 16.

*Description d'un Soufflet pour les*

1090. La premiere figure de la planche 16, comprend le plan du Bâtiment d'une de ces Forges; avec la situation du soufflet par rapport au fourneau. Ce soufflet est composé d'une cuvette HI renversée

verſée, faite en ovale, de 7 pieds de longueur ſur 3 ou 4 de largeur, repréſentée par les figures 3 & 4 ; ſes bords ſont enterrés de 5 ou 6 pouces, pour que l'air exterieur n'y puiſſe entrer. Sur le fond de cette cuve ſont attachés deux tuyaux de bois B, C de 10 ou 12 pieds de hauteur, dans le milieu deſquels on arrête auſſi ſur la cuve une eſpece de pyramide G faite de planches, ayant vers ſon ſommet un troiſiéme tuyau D, qui conduit le vent à la Forge ; toutes ces pieces ſont bien emboitées & calfatées avec la cuve, de maniere que l'air n'ait aucun paſſage par les joints.

*grandes forges, par le moien d'une chûte d'eau.*

Un petit Canal d'un pied de largeur ſur 7 à 8 pouces de profondeur, & qui ſe partage en deux branches E, F, conduit l'eau dans les tuyaux B, C, en plus ou moins grande quantité, ſelon que l'on veut augmenter ou diminuer l'action du vent, ce que les Forgeurs réglent par le moyen d'une petite vanne placée à l'entrée A du Canal. Comme les tuyaux B, C ſont percés vers le ſommet de pluſieurs trous inclinés au-dedans par leſquels l'air s'introduit, il arrive que l'eau en tombant, en entraîne avec elle dans la cuve une grande quantité, qui ſe trouvant comprimée cherche à ſe dilater, & n'ayant d'autre iſſue que par le tuyau D, qui va en diminuant vers le bout, il en ſort avec impétuoſité, & va ſouffler le feu de la Forge avec tant de force, qu'on eſt quelquefois obligé d'en laiſſer échaper une partie par un petit trou pratiqué au ſommet de la pyramide G, ne laiſſant agir pleinement que lorſqu'on a de groſſes pieces à forger.

L'on place dans la cuve ſous chacun des tuyaux B, C une eſpece de petite ſellette H, pour que l'eau venant jaillir deſſus, l'air puiſſe s'en ſéparer plus aiſément, après quoi l'eau en ſort par une rigole qui en eſt toujours bouchée, afin que l'air ne puiſſe s'échaper par l'ouverture qu'on a été obligé de faire à la cuve.

J'ajouterai que la cinquiéme figure repréſente une roue qui tourne par le courant d'un canal pratiqué à côté de la Forge, comme on le voit dans la premiere figure, à l'endroit KQ ; que l'arbre L de cette roue fait agir un martinet M, dont le manche eſt appuyé en N, & qu'on interrompt le mouvement de la roue par le moyen d'une vanne placée à l'endroit Q, qu'on leve & baiſſe à l'aide du levier QP.

*Diſcours de M. Mariotte ſur les Soufflets precedent.*

1091. M. Mariotte dans ſon traité du mouvement des eaux, fait mention, pag. 68. d'une maniere de ſoufflet tel que le précedent, mais un peu différent, comme on en peut juger par la ſeconde figure. » On ſçait, dit cet Auteur, que dans beaucoup de lieux on » ſe ſert de certains ſoufflets pour faire fondre les Mines de Fer

PLAN. 16.

» dans les fourneaux par la seule chûte de l'eau, ce qui se fait ainsi.

*Plan. 16. Fig. 2.*

» On a un tuyau de bois ou de fer blanc de 14 ou 15 pieds de hau-» teur, & d'un pied de diametre, qui est soudé dans une médiocre » cuve renversée ; dont le bas est posé sur un terrein ; en sorte que » pour peu d'eau qui y tombe, elle ferme les ouvertures, & l'air » n'y peut plus passer ; on laisse au haut du tuyau une ouverture de » trois ou quatre pouces de diametre, dans laquelle on met un en-» tonnoir, dont le goulot est de la même grosseur ; on y fait tomber » de 15, 20 ou 30 pieds de hauteur, de l'eau de quelque fontaine, » dont la largeur en tombant est à peu près égale à l'ouverture de » l'entonnoir, ensorte qu'il ne peut s'y amasser de l'eau que de 5 » ou 6 pouces de hauteur ; cette eau tombant entraîne avec elle » beaucoup d'air qui la suit jusques au-dessous de l'entonnoir, à » cause de la pesanteur de l'eau qui continue, de tomber & de la » vitesse de son mouvement : on met à côté de la cuve, un tuyau » qui va en étrécissant jusques auprès du trou du fond du fourneau » où le charbon doit être soufflé, & l'air pressé & enfermé dans » la cuve ne pouvant sortir par en haut à cause de la chûte impé-» tueuse de l'eau qui occupe le trou de l'entonnoir, ni par en bas » à cause de l'eau qui s'y amasse, & qui s'éleve d'un pied ou de » deux par dessus les fentes qui restent entre la terre du fond & les » douves de la cuve, il est contraint de sortir avec une très-gran-» de force par le bout du canal, de maniere qu'il fait le même » effet pour souffler le charbon, que les plus grands soufflets de » cuir dont l'on se sert ailleurs.

J'ai appris par un de mes amis, qui a beaucoup voyagé en Italie, que près de Salan sur le Lac de Guarde & proche de Rome, dans la Montage de Tiburtine, il y avoit des Forges où les soufflets dont nous parlons étoient employés.

*Il y a encore une nouvelle maniere de soufflet exécutée à une Fonderie proche Valenciennes.*

1092. L'on a construit proche Valenciennes en 1733 & 1734 une Fonderie pour la Fabrique des Boulets de Canon, dont le feu du fourneau est animé par un soufflet nouvellement imaginé en Angleterre ; l'eau n'y a aucune part, il se réduit à faire circuler l'air d'une maniere que l'on dit être fort ingénieuse, & qui produit un effet surprenant ; comme je ne l'ai point vû, & qu'on n'a pû m'en donner qu'une idée fort imparfaite, je n'entreprendrai point de l'expliquer présentement, me reservant d'en donner la description aussi-tôt que je m'en ferai instruit par moi-même : on la trouvera dans le premier Volume de la seconde Partie de cet Ouvrage.

## *Description de la Machine de Marly.*

1093. Il ne paroît pas que l'on ait jamais exécuté de machine qui ait fait autant de bruit dans le monde que celle de Marly; elle peut être mise au nombre de ces Ouvrages rares qui étoient reservés à la magnificence de Louis le Grand. En effet, il n'appartenoit qu'à ce Monarque de forcer une riviere comme la Seine à quitter son cours naturel, pour s'aller rendre sur le sommet d'une Montagne aussi élevée que celle où elle coule présentement. Les Poëtes ont fait faire à leurs Héros des choses merveilleuses avec le secours des Dieux; mais ce grand Roi, sans avoir recours à la fiction, trouvoit dans ses Finances & dans l'habileté de ceux qui cherchoient à contribuer à sa gloire, tout ce qu'il falloit pour accomplir ses grands desseins. La situation qu'il choisit lui-même dans la Forêt de Marly pour y faire bâtir un Château, peut passer pour une des plus belles du monde; une exposition heureuse & une vûe charmante, fournissoient du côté de la Nature tout ce que l'on pouvoit désirer, excepté de l'eau. Et comment pouvoit s'en passer dans un lieu que l'on vouloit enrichir de tout ce que l'imagination peut se représenter de plus riant, de ces lieux enchantés que les Romans nous décrivent avec tant de pompe? Cet obstacle auroit rebuté un Prince moins puissant, mais il voulut montrer qu'il pouvoit venir à bout des plus grandes entreprises. Il parle, aussi-tôt tout ce qu'il y a d'habiles gens en France & dans les Pays Etrangers, attirés par les bienfaits dont il recompensoit le mérite, se disputent la gloire de le servir.

Comme alors il suffisoit qu'on eut quelques talens pour être écouté favorablement des Ministres, un nommé Rannequin du Pays de Liege, homme d'un génie excellent pour les Machines, fut assez hardi pour entreprendre de rendre les eaux aussi abondantes à Marly & à Versailles que si elles y eussent coulées de source. La Machine qu'il a exécuté pour cela, a commencé d'agir en 1682. On prétend qu'elle a coûtée plus de huit millions. J'ai hésité longtems de la rapporter dans cet Ouvrage, par la difficulté de la bien décrire & d'en avoir un dessein exact; d'ailleurs son exécution étant d'une aussi grande dépense, il me paroissoit ridicule de la donner pour modele à ceux qui auroient recours à mon livre pour y chercher les moyens d'élever l'eau; cependant j'ai consideré que cette Machine ayant fait jusqu'ici l'admiration de toute l'Europe, les curieux ne seroient pas fâchés d'en avoir les développemens,

quand ce ne seroit que pour en raisonner avec plus de justesse que ne font la plûpart de ceux qui croyent l'entendre. A cette considération j'en ajouterai une plus essentielle encore, qui est que dans bien des occasions on peut en tirer des pieces pour s'en servir utilement, d'autant plus qu'elle en comprend de fort ingenieuses qu'on ne trouve point ailleurs.

J'en ai cherché long-tems les plans & profils sans avoir pû les trouver, car ce n'étoit pas une petite affaire de prendre la peine de les aller lever moi-même sur les lieux : heureusement un de mes amis qui les avoit, a bien voulu me les communiquer ; & pour m'assurer s'ils étoient exacts & en faire la description, j'ai passé huit jours à la Machine, où M. Delespine qui en est le Contrôleur m'a donné tous les éclaircissemens que je pouvois désirer.

Cette machine est située entre Marly & le Village de la chaussée; à cet endroit, la riviere est barrée en partie par la machine, & par une Pessiere ou Digue qui fait regonfler les eaux ; & pour ne point interrompre la navigation, on a pratiqué à deux lieues au-dessus de Marly, un canal pour le passage des Bateaux : on a aussi construit un brise glace à 30 ou 35 toises de la machine, pour empêcher que les glaces ou les bois entraînés par le courant ne l'endomagent; & pour mieux garantir les vannes qui répondent aux roues de la machine, on a fait encore un grillage de poutres, qui arrête tout ce qui seroit échapé au brise glace.

La machine est composée de 14 roues, qui ont toutes pour objet de faire agir les pompes qui forcent l'eau de monter jusque sur la Tour qui se trouve au sommet de la montagne, où elle se réunit à la sortie de plusieurs tuyaux, pour couler sur un Aqueduc, & se rendre dans les reservoirs qui la reçoivent ; & comme il suffit d'entendre tout ce qui appartient à une de ces roues pour juger de l'effet des autres, qui ne font que repeter à peu près la même chose, je vais m'attacher à en faire le détail partie à partie pour ne point embrasser trop d'objets à la fois.

PLAN. 17. *Description de la Machine.*

1094. La premiere figure de la planche dix-septiéme représente le plan & le profil d'une roue de la machine & des parties les plus générales qui y répondent depuis la riviere jusqu'à l'Aqueduc. Cette roue qui est marquée par le nombre 2, a un coursier fermé par une vanne comme à l'ordinaire ; son mouvement produit deux effets, le premier est de faire agir des pompes aspirantes & refoulantes, qui font monter l'eau par le tuyau 3, à 150 pieds de hauteur dans le *Puisard* 4, éloigné de la riviere de 100 toises ; le second est de mettre en mouvement les balanciers 5 & 6, qui font agir des

pompes refoulantes placées dans les bâtimens 7 & 8. Celles qui répondent au premier Puisard 4, reprennent l'eau qui a été élevée à mi-côte, & la font monter par le tuyau 10 dans le second Puisard 9, élevé au-dessus du premier de 175 pieds, éloigné de 324 toises de la riviere: de-là elle est reprise de nouveau par les pompes qui sont dans le bâtiment 8, qui la refoulent par le tuyau 11, sur la platte forme de la Tour 12, élevée au-dessus du puisard, superieur de 177 pieds & de 502 pieds au-dessus de la riviere, dont elle est éloignée de 614 toises; de-là l'eau coule naturellement sur un Aqueduc en suivant la pente qu'on lui a donnée jusqu'auprès de la grille du Château de Marly, d'où elle descend dans les grands reservoirs, qui la distribuent aux jardins & bosquets.

Pour bien entendre de quelle maniere la roue fait agir les parties qui donnent le mouvement aux pompes dont je viens de faire mention; il faut en suivant ce que je vais expliquer, faire beaucoup d'attention aux figures 2, 3, 4, 5 & 6, & prendre garde que les lettres & chiffres semblables qui les accompagnent sont appliqués aux mêmes pieces vûes de différens sens. Plan. 17 & 18.

1095. D'abord on a formé sur le lit de la riviere un radier qu'on a rendu le plus solide qu'il a été possible par des pilots & planches, garnis de maçonnerie, ainsi qu'on le pratique en pareil cas, & c'est ce qu'on remarque dans la troisiéme & quatriéme figures. A 14 pieds au-dessus de ce radier on a établi un plancher ou pont, qui sert à soutenir les pompes & tout ce qui leur appartient, comme on en peut juger par la seconde figure, qui fait voir que l'arbre de la roue est accompagné de deux manivelles 13, 14; à cette derniere répond une *Bielle* 15, qu'on ne peut bien distinguer que dans la troisiéme figure, qu'il faut suivre relativement à ce qui regarde la seconde. A chaque tour de manivelle, cette *Bielle* fait faire un mouvement de vibration au *Varlet* 16 sur son essieu. A ce *Varlet* est une autre *Bielle pendante* 17, qui est accrochée au *balancier* 18, aux extrêmités duquel sont deux *poteaux pendans* 19, portant chacuns 4 pistons qui jouent dans autant de corps de pompe, marqués au plan par le nombre 20.

Quand la manivelle 14 & le varlet 16 font monter la bielle 17, les pistons qui répondent à la gauche du balancier aspirent l'eau par les tuyaux 21 qui trempent dans la riviere, tandis que ceux de la gauche la refoulent pour la faire monter dans le tuyau 22, d'où elle passe dans le premier puisard; & lorsque la manivelle tire à soi le varlet 16, le balancier 18 s'inclinant d'un sens opposé au précedent, les pistons de la gauche refoulent, & ceux de la droite

aſpirent & continuent toujours de faire la même choſe alternativement.

PLAN. 17. & 18. 1096. Pour empêcher que l'air n'ait communication avec la capacité des corps de pompes, & que les cuirs qui ſont aux piſtons ne laiſſent point de vuide, on a ajouté à chaque équipage, indépendamment des huit pompes reſoulantes, une pompe aſpirante, appellée *mere nourrice*, afin d'entretenir toujours l'eau dans un baſſin 23, élevé à peu près à la hauteur du bord des corps de pompes: ainſi il y a un des poteaux pendans 19, qui porte un cinquiéme piſton.

La manivelle 13 donne le mouvement aux pompes du premier & du ſecond puiſard; & pour juger comme cela ſe fait, il faut conſiderer la quatriéme & cinquiéme figures, relativement à la ſeconde du ſens qui leur convient; on y verra que cette manivelle fait faire un mouvement de vibration au varlet 25 par le moyen de la bielle 24, qui tire à ſoi & pouſſe en avant l'extrêmité 30. Ce varlet en fait agir deux autres horiſontalement placés au-deſſous des nombres 28 & 29, par le mouvement qui leur eſt communiqué de la part des bielles 26, 27, qui pouſſent ou qui tirent à elles le varlet ſuperieur ou inferieur, ſelon la ſituation de la manivelle.

L'on voit ſur le plan comme le varlet 29 peut ſe mouvoir ſur ſon axe 32, & qu'à l'extrêmité 31 il y a une chaîne 31, 33, qu'on doit regarder comme faiſant partie de la chaîne 34, 35, exprimée dans la ſixiéme figure; de même le varlet 28 qu'on ne peut voir ſur le plan, mais qui eſt tout ſemblable à l'inferieur, répond auſſi à une chaîne qui fait partie de l'autre 36, 37; ainſi ces deux chaînes ſont tirées alternativement par les varlets 28 & 29 pour faire agir les pompes des puiſards. Pour les entretenir, on les a ſoutenus avec les balanciers 38, poſés de 18 pieds en 18 pieds, ces balanciers ſont traverſés par un boulon qui appuye ſur le cours de lice 29 poſé ſur les chevalets 40.

La figure ſixiéme eſt un profil qui peut être commun au premier & au ſecond puiſard, mais qui doit plûtôt appartenir au ſecond qu'au premier, parce que les chaînes vont aboutir aux varlets 42, 46, au lieu qu'elles traverſent le premier après y avoir mis en mouvement les pompes qui y ſont.

*Mouvemens des piſtons qui répondent aux puiſards.*

1097. Lorſque la chaîne 36, 37 tire à ſoi de la droite à la gauche le varlet 42, ce varlet enleve le chaſſis 45 ſuſpendu à l'extrêmité 43, ayant trois cadres 44, portant les piſtons qui refoulent l'eau dans les corps de pompe 50, 51. Quand cette chaîne ceſſe d'être tendue, & que l'inferieure 34, 35 eſt tirée, alors le poids du chaſſis

45, celui des cadres & des pistons fait baisser l'extrêmité 43 du varlet 42, & l'eau monte dans les trois corps de pompes de cet équipage. D'autre part l'extrêmité 48 du varlet 46 enleve le chassis 49, & les pistons que soutiennent les cadres 52 refoulent l'eau dans les trois corps de pompes de ce second équipage, qui sont unis comme les précedens au tuyau 50, 51. PLAN. 17. & 18.

Tous ces corps de pompes sont soutenus inébranlables par des barres de fer qui les embrassent, comme on le peut voir au plan du puisard. J'ajouterai que les pompes que la manivelle 13 fait agir dans le premier & second puisard, élevent l'eau dans leur bache, sans rien avoir de commun avec les équipages des autres roues, c'est-à-dire qu'au rez-de-chaussée des bâtimens 7 & 8 dans la premiere figure, il y a un bassin qui en occupe presque toute la capacité divisée par des cloisons pour former des baches, dans chacunes desquelles il y a six corps de pompes renversés, qui ne font monter l'eau que quand on le juge nécessaire, & s'il y a quelques réparations à faire aux équipages dont je viens de parler, on peut mettre leur bache à sec & y faire descendre des ouvriers sans interrompre l'action des autres pompes.

*Maniere de manœuvrer les chassis, qui portent les pistons.*

1098. Pour tirer commodement les cadres hors de leurs baches quand il faut les réparer, on se sert d'une machine qui rend cette manœuvre fort aisée. A l'endroit 53 est un treuil sur lequel file un cable : à l'une des extrêmités de ce treuil est une roue dentée, accompagnée d'un déclit pour empêcher que ce cable ne se déroule plus que la longueur dont on a besoin; de-là il va passer sur une poulie 54, & se termine à la chape d'un autre poulie 55, qui peut couler d'un bout à l'autre de la poutre 60, 60. Sur cette seconde poulie passe un autre cable, à l'extrêmité duquel est attaché le double crochet 56; ce cable passe ensuite sur la poulie 57, & de-là va aboutir au treuil d'une roue 58, laquelle s'engraine avec une lanterne 59, que l'on tourne avec une manivelle : ainsi l'on peut placer le crochet 56 vis-à-vis de l'endroit où l'on veut le faire monter ou descendre selon le besoin.

*Dévelopemens des pompes aspirantes & refoulantes de la Machine.*

1099. Comme les pompes qui sont au-dessus de la riviere & celles des puisards se trouvent exprimées trop en petit dans les figures précedentes, pour en distinguer les pistons & les soupapes, on les a détaillées en grand sur la planche dix-septiéme pour les rendre plus intelligibles, de même que plusieurs autres pieces que je vais expliquer.

La figure 20 exprime l'interieur d'une des 8 pompes aspirantes & refoulantes, mise en mouvement par la manivelle 14 de la se-

PLAN. 17. & 18. conde & troisiéme figures : quand le piston 62 monte, l'eau de la riviere attirée par le tuyau de l'aspiration 63, ouvre la soupape 64, remplit la capacité 65, & une partie du corps de pompe 66; & quand il descend, il presse l'eau qui étoit montée dans le corps de pompe pour la contraindre d'entrer dans la capacité 65, & celle qui est à cet endroit faisant effort de toute part pour s'échapper, referme le clapet 64, & ouvre la soupape 67 pour monter dans le tuyau 68; & quand le piston aspire, cette soupape se referme, & le clapet 64 s'ouvre tour de nouveau.

L'exterieur de cette pompe est représenté par la figure 19, qui fait voir de quelle maniere les tuyaux sont liés ensemble à l'aide des brides & des vis. Le tuyau 69 se réunit avec celui d'une autre pompe, aboutissant l'un & l'autre à un troisiéme tuyau marqué A dans la troisiéme figure, coudé en B, pour aboutir au tuyau 22, qui a quatre branches, deux à droite & autant à gauche, le petit cercle que l'on voit au-dessus du nombre 22 exprimant la circonference de ce tuyau; par conséquent les huit tuyaux 69 n'en font plus que quatre par leur réunion, & ces quatre n'en font plus qu'un qui reçoit l'eau des huit pompes pour la porter au premier puisard. Quant à la pompe aspirante que nous avons nommé Mere nourrice, & qui sert à entretenir le petit bassin qui répond à l'orifice des huit corps de pompes; l'interieur en est représenté par la seiziéme figure & n'a rien de particulier, son piston 70 étant percé comme celui des pompes aspirantes ordinaires, accompagnées d'une soupape pour retenir l'eau qu'il éleve, & d'un clapet 71 pour empêcher que l'eau qui est montée ne descende. Tous les corps de pompes dont je viens de faire mention & leurs tuyaux sont de potin, excepté les tuyaux d'aspiration 63 & 72 qui sont de plomb.

La figure septiéme représente l'interieur d'une des pompes refoulantes du premier & du second puisard, & fait voir que chaque corps de pompe, tel que 73, est porté par des barres de fer, vûes de profil aux endroits 74, & que d'autres 75 empêchent que ces corps de pompes ne soient enlevés par le piston dans le tems qu'il refoule : l'on voit aussi que la tige 76 qui porte le piston est attachée à deux entretoises du cadre 77, que ce cadre & le piston haussent & baissent avec le chassis 45; aux endroits 78 sont des roulettes qui servent à soulager la manœuvre, lorsque l'on veut ôter ou remettre un cadre.

Le piston de cette pompe est creux, accompagné d'une soupape qui s'ouvre quand le chassis baisse pour laisser passer l'eau, & se

referme

E

B

D

Fig. 8.

Fig. 7.

*Dessein d'une Pompe mitoïenne.*

B

C

A

A

F

H

G

I

Foulantes & Aſpirantes.

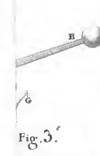


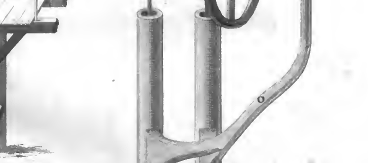

Fig. 3.e

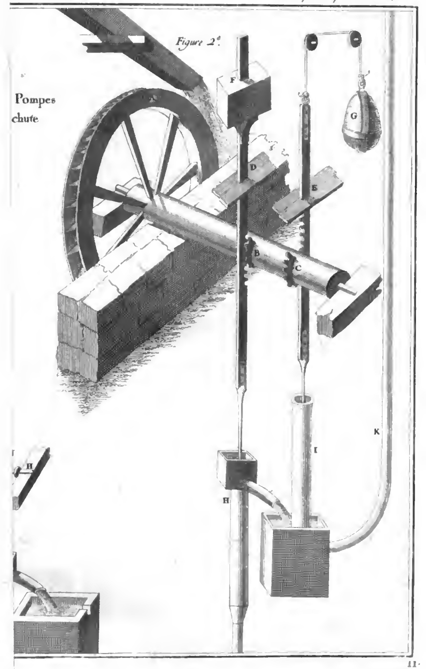



our faire joüer



Fig. 2.e




Figure 2.
Pompes
chute
F
G
D
E
B
C
K
I
H
H

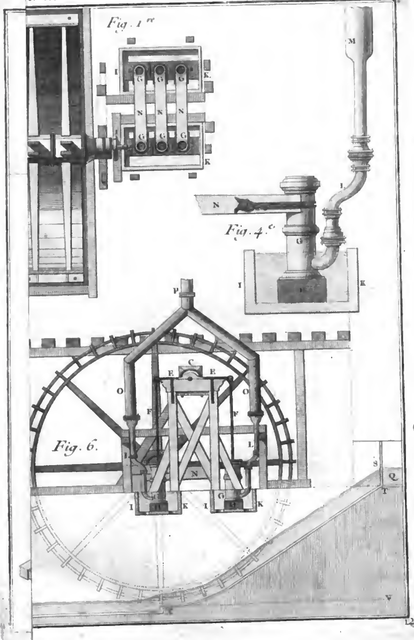

Fig. 1.re
Fig. 4.e
Fig. 6.

Fig. 11.e
B
C
A
D
F
E
Fig. 12.e
F
C
H
A
G
E
B
D
G
T
P
V
27
20
Fig. 7.me
22
19
H
Fig. 13.e
P
D
Z
O
M
m
R
B
P
E
F
A
G
H
I
S
T
Q
Fig. 14.e
P
D
Z
N
m
M
R
L
C
B
V
E
F
A
G
H
K
I
S
Q
T
T
[Éc]helle de la 7. 8. 9. et 10.me
2 3 4 5 6
12 pouces



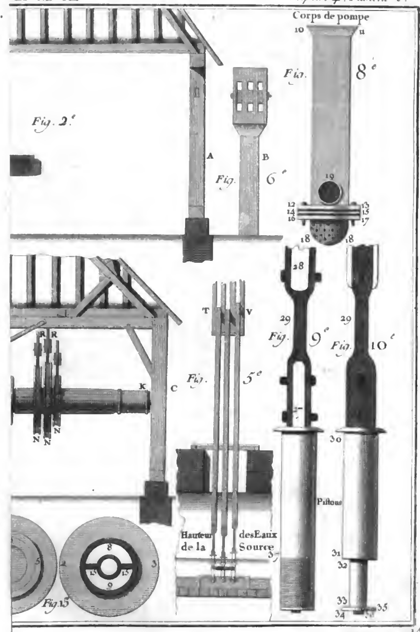

Corps de pompe
10
11
Fig. 8e
Fig. 2e
A
B
Fig. 6e
19
12
14
16
13
15
17
18
18
28
T
V
R R
29
29
Fig. 9e
Fig. 10e
K
C
Fig. 5e
N
N
N
30
Pistons
Hauteur de la
des Eaux Source
31
32
8
9
15
15
2
3
5
Fig. 15
33
34
35

Fig. 9e

F

E

H

C

A

B

D

Q

Fig. 7e

T

S

C

R

O

E

D

F

P

Fig. 8e

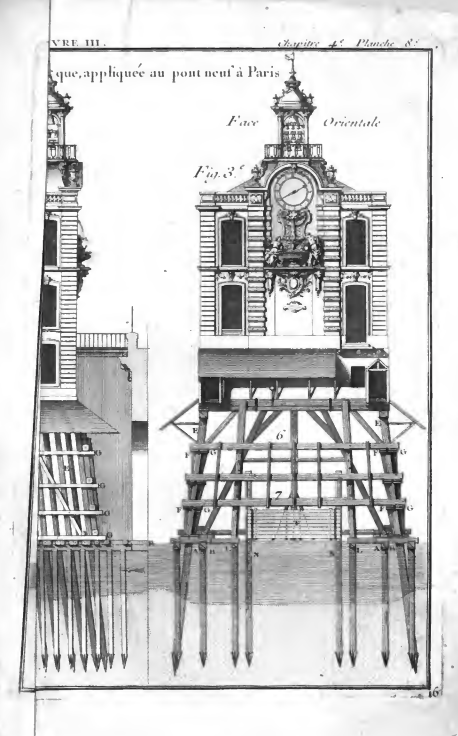
H

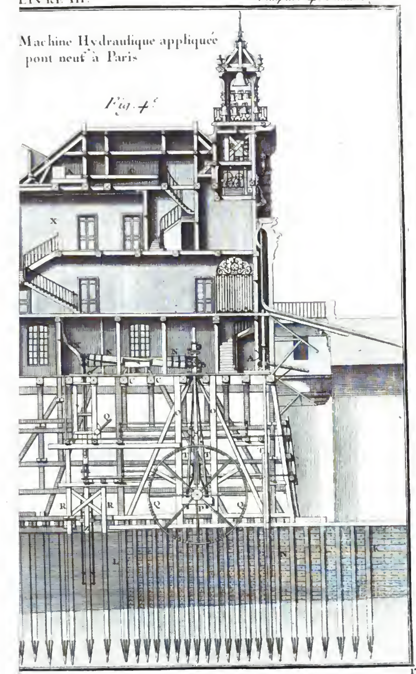
F

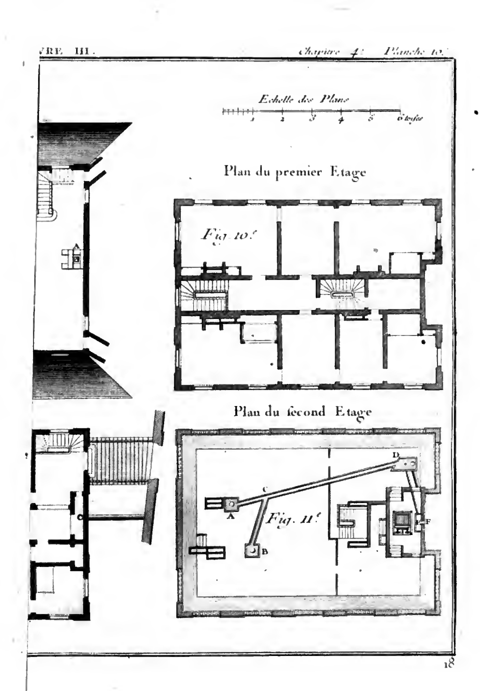
C

D

D


que, appliquée au pont neuf à Paris
Face Orientale
Fig. 3.e
E
E
6
7
F
G
F
G
F
G
F
G


Machine Hydraulique appliquée
pont neuf à Paris
Fig. 4e


Echelle des Plans
1 2 3 4 5 6 toises
Plan du premier Etage
Fig. 10.
Plan du second Etage
Fig. 11.
A
B
C
D
F

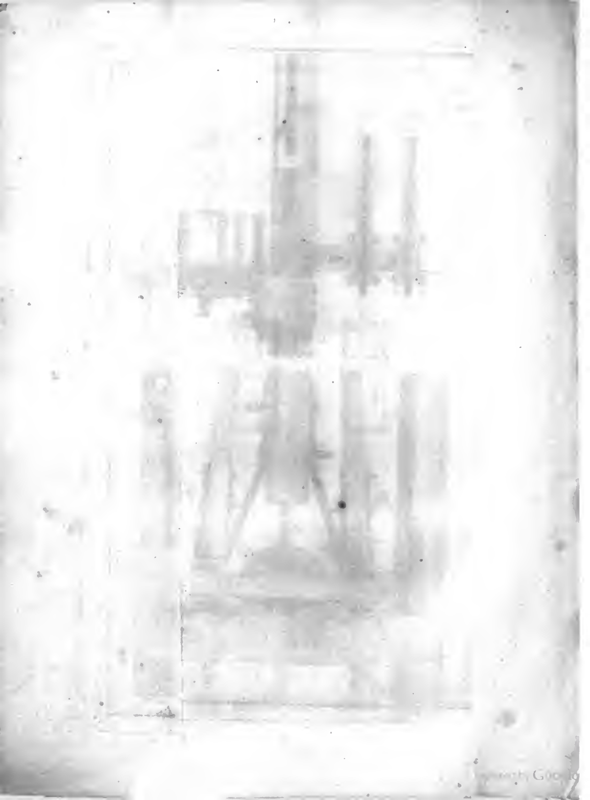
es parties
dente

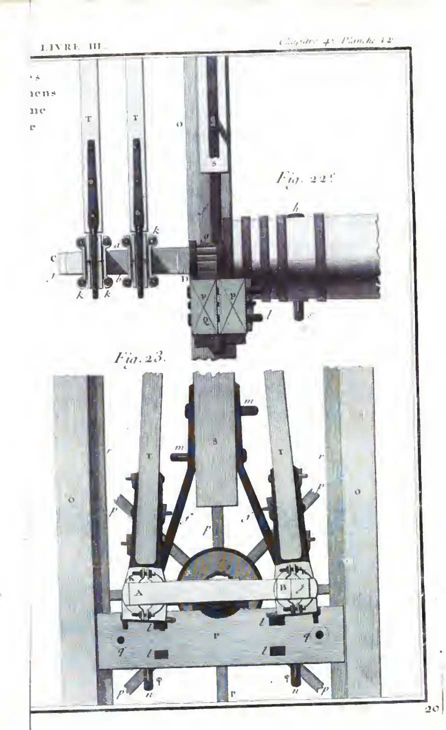
Fig. 15.^e

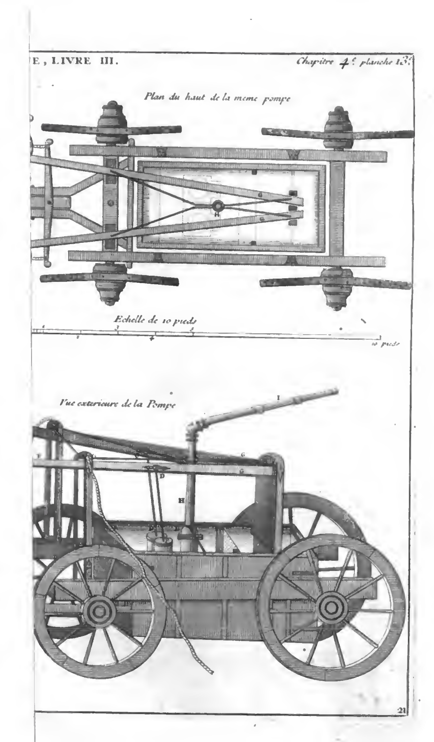
Fig. 16.^e

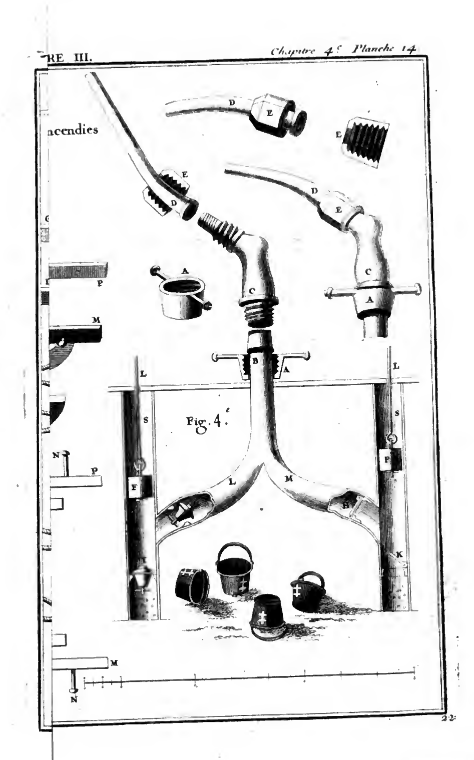
X

Y

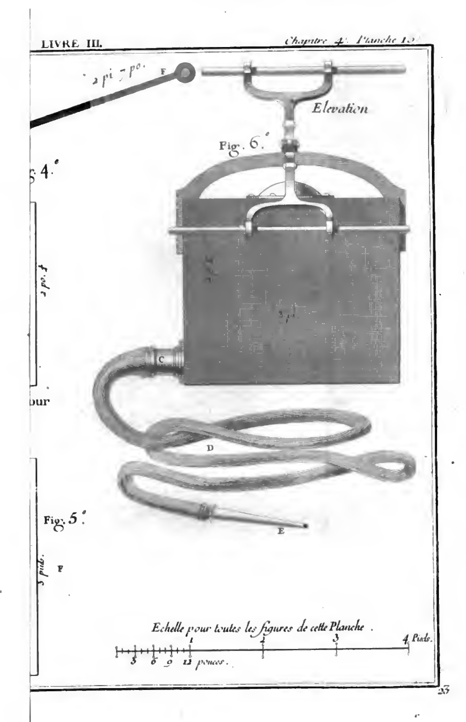


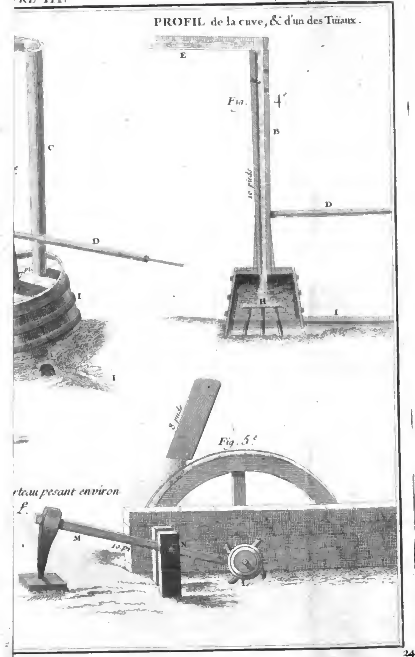

Fig. 22.
Fig. 23.


Plan du haut de la meme pompe
Echelle de 10 pieds
10 pieds
Vue exterieure de la Pompe
I
G
D
H


ncendies
D
E
E
E
D
D
E
C
C
A
A
P
M
B
A
L
L
S
S
Fig. 4.e
F
F
L
M
N
P
K
M
N




2 pi 7 po.
F
Elevation
Fig. 6.
4.
2 po. 3
C
our
D
Fig. 5.
E
5 pieds.
F
Echelle pour toutes les figures de cette Planche .
1
2
3
4 Pieds.
3
6
9
12 pouces.


PROFIL de la cuve, & d'un des Tuiaux.
E
Fig. 4e
B
C
10 pieds
D
D
H
I
I
I
8 pieds
Fig. 5e
rteau pesant environ
£.
M
N

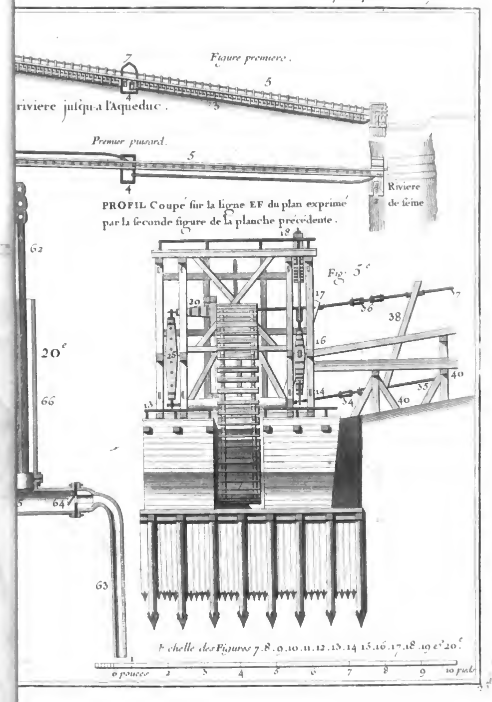
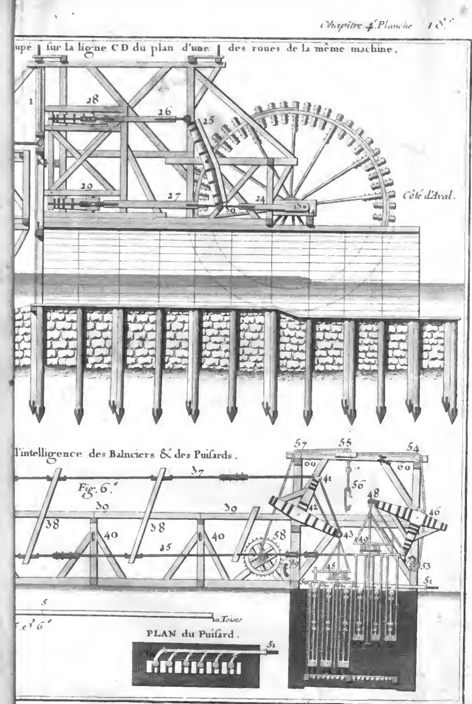


Figure premiere.
7
5
4
3
riviere jusqu'a l'Aqueduc.
Premier puisard.
5
4
Riviere
de seine
PROFIL Coupé sur la ligne EF du plan exprimé
par la seconde figure de la planche précédente.
18
Fig. 5.e
62
20
17
36
37
38
16
25
20.e
66
14
34
35
40
40
13
64
63
Echelle des Figures 7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19 et 20.e
0 pouces
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10 pieds


upé sur la ligne CD du plan d'une des roues de la même machine.
Côté d'Aval.
l'intelligence des Balnciers & des Puisards.
Fig. 6.e
10. Toises
PLAN du Puisard.

referme quand elle est refoulée; alors les soupapes 79 & 80 s'ouvrent pour la laisser passer dans le tuyau 81 qui aboutit, ainsi que les six autres aux tuyaux 50, 51, qui accompagnent la sixiéme figure. Enfin la figure huitiéme montre l'extérieur de cette pompe & les brides, servant à la maintenir inébranlable sur les barres de fer qui les accompagnent.

La figure quinziéme est le profil d'un tuyau de conduite, accompagné d'une de ses extrêmités marquées S, vûes en face pour faire voir les brides, à l'aide desquelles l'on joint par des vis ces tuyaux les uns aux autres, en mettant entre deux des rondelles de plomb & de cuir pour les mieux serrer.

La figure dix-huitiéme représente une soupape qu'on nomme crapaudine, placée au fond de chaque bache pour la vuider par le tuyau 84, ce qui se fait en tournant la manivelle qui est à l'extrêmité de la verge 83. Quant à la figure 17, elle représente le clapet qui se place au sommet 87 des corps de pompes, pour empêcher que l'eau ne descende quand elle est une fois montée.

Les figures 9, 10 & 11 expriment les différentes faces du bout d'un varlet auquel sont suspendues les pieces qu'il met en mouvement. L'on voit qu'à ce bout est une oreille de fer 85 dont la queue qui entre de trois pieds dans le bois est désignée par des lignes ponctuées. Cette queue est lardée par des boulons 86, ferrés avec des liens de fer; dans cette oreille sont pratiqués des crapaudines de cuivre, qu'on peut renouveller lorsque le frottement des pivots qui y jouent les a rendus d'un trop grand calibre.

Comme il pourroit arriver qu'une des barres de fer qui composent les chaînes 5, 6 de la premiere figure venant à casser, en feroit casser aussi plusieurs autres par le grand effort de la manivelle qui les fait agir, il y a de 12 toises en 12 toises une chaîne brisée qui obéit, & qu'on a représenté de différens sens par les figures 12, 13 & 14.

Au reste voici une récapitulation générale des parties les plus essentielles de cette machine : accompagnées des suplémens nécessaires à l'explication précedente.

*Description & usage des 14 roues qui font jouer la Machine.*

1100. La largeur de la machine comprend 14 coursiers fermés par des vannes qu'on leve & qu'on baisse avec des verins, & dans chacun de ces coursiers est logée une roue; ces roues sont disposées sur trois lignes, dans la premiere du côté d'Amont, il y en a sept, dans la seconde six, & dans la troisiéme il n'y en a qu'une seule.

Les extrêmités des essieux de chaque roue excédent leur palier,

& ſont coudées en manivelle, formant un bras de levier de 2 pieds, obſervant que la manivelle qui eſt du côté de la montagne aſpire & refoule l'eau de la riviere dans le premier puiſard, & l'autre manivelle fait mouvoir les balanciers.

Des roues qui ſont ſur la premiere ligne, il y en a ſix qui ſont agir par une de leurs manivelles un équipage de 8 pompes, ſans compter la mere nourrice, ces équipages ſont compoſés d'un balancier, à chaque extrêmité duquel pend une piece de bois quarrée, qui porte & dirige quatre piſtons; le balancier eſt mis en mouvement par le moyen de deux bielles, l'une couchée répond à la manivelle de la roue & à un varlet vertical, & l'autre pendante, eſt unie au même varlet & au balancier.

Des ſix roues dont nous venons de parler, il y en a cinq qui par l'autre manivelle ſont agir les pompes du puiſard de mi-côte à l'aide des varlets horiſontaux & des chaînes qui communiquent le mouvement. La ſixiéme roue qui eſt la premiere du côté de la digue, conduit une grande chaîne qui fait agir les piſtons d'une des baches du puiſard ſuperieur, que l'on nomme puiſard des grands chevalets. A l'égard de la ſeptiéme roue de la premiere ligne, chacune des ſept manivelles conduit une chaîne qui aboutit au premier puiſard.

Les ſix roues de la ſeconde ligne ſont agir par chacune de leur manivelle, une chaîne qui aboutit au puiſard ſuperieur, ce qui fait 13 chaînes, y compris celle qui répond à la ſixiéme roue de la premiere ligne; ces treize chaînes paſſent par un des puiſardsd e mi-côte, là il y en a cinq qui ſont agir enſemble les piſtons de 30 corps de pompes, & les huit autres chaînes vont droites au puiſard ſuperieur.

Enfin la roue qui ſe trouve ſur la troiſiéme ligne, fait agir par chacune de ſes manivelles un équipage de 8 pompes aſpirantes & refoulantes, & entretient elle ſeule un tuyau.

*Pompes proviſionnelles, placées au-deſſous du premier puiſard.*

1101. Les ſept chaînes des roues de la premiere ligne ſont auſſi agir en paſſant 8 pompes aſpirantes, placées un peu au-deſſous du reſervoir de mi-côte, parce qu'en cet endroit ſe trouvent les eaux d'une ſource conſidérable qu'on y a amené par un aqueduc, & les mêmes chaînes reprennent l'eau de ce puiſard pour la refouler dans 49 pompes au puiſard ſuperieur, par deux conduites de 8 pouces, & par trois autres de 6 pouces de diametre. A l'égard des trente pompes de l'autre puiſard de mi-côte, elles refoulent auſſi l'eau par deux conduites de 8 pouces, juſqu'au puiſard ſuperieur.

L'eau que les deux puisards de mi-côte ont refoulé, va se décharger dans un grand reservoir, & de-là par deux conduits d'un pied de diametre, elle se rend dans des reservoits de communication, pour être distribuée à chaque bache du puisard superieur, d'où elle est refoulée par 82 pompes dans 6 conduits de 8 pouces de diametre, jusques sur la Tour qui répond à l'aqueduc.

Les huit grandes chaînes qui vont droit au puisard superieur, & qui ne sont point chargées d'équipage à mi-côte, font agir derriere le puisard superieur seize pompes aspirantes, pour ramener dans le reservoir du même puisard l'eau qui se perd des six tuyaux qui montent à la Tour.

*Distribution des Pompes de la Machine.*

1102. Les huit équipages qui aspirent & refoulent l'eau de la riviere, comprennent 64 corps de pompes; les deux puisards de mi-côte en comprennent ensemble 79, & les puisards superieurs 82, ausquels ajoutant les 8 pompes aspirantes que nous avons appellé mere nourrice, ensuite les 8 autres qui sont au-dessous du puisard de mi-côte, & les 16 que nous avons dit être placées derriere le puisard superieur, on trouvera que la machine en comprend 253.

Le bassin de la Tour qui répond à l'aqueduc & qui reçoit l'eau de la riviere, en est éloigné de 610 toises, & ce bassin est élevé de 500 pieds au-dessus de l'extrêmité inferieure des tuyaux d'aspiration des équipages d'en bas.

Les pompes qui sont sur la riviere aspirent l'eau sur une hauteur de 13 pieds, depuis le fond des coursiers jusqu'aux soupapes; elle est refoulée dans cinq conduits de 8 pouces de diametre jusqu'aux puisards de mi-côte.

L'eau après avoir coulé sur un aqueduc de trente-six arcades, est separée en differens témoins, qui la conduisent à Marly, & autrefois à Versailles & à Trianon.

*Capacité des reservoirs de Marly & de Lucienne, avec le produit de la Machine.*

1103. Les reservoirs de Marly ont 18700 toises quarrées de superficie sur 15 pieds de profondeur; celui de Lucienne à 24500 toises quarrées de superficie, & aussi 15 pieds de profondeur.

Lorsqu'autrefois la machine agissoit dans toute sa force & que les eaux de la riviere étoient hautes, elles donnoient en 24 heures dans le reservoir de Marly, trois pouces de hauteur d'eau, ce qui fait 779 toises cubes, ou à peu près 292 pouces d'eau; mais communement elle n'en fournit gueres que la moitié.

Il y a environ soixante ouvriers qui veillent continuellement à l'entretien de cette fameuse machine, sous la conduite de M. Delespine qui en est le Contrôleur.

# CHAPITRE V.

## *Qui comprend la Description & l'Analyse de la Machine Hydraulique appliquée au Pont Notre-Dame à Paris, & le Projet que l'on a exécuté pour la rectifier, afin de la rendre capable de fournir une plus grande abondance d'Eau.*

*Discours préliminaire sur la police qu'observoient les Romains pour la conduite des Eaux.*

1104. Il n'y a point eu de Nation qui se soit plus appliquée à la conduite des eaux que les Romains; leur magnificence n'ayant pas moins éclaté dans les Ouvrages qu'ils ont fait pour ce sujet, que dans les autres monumens dont on ne peut voir les restes sans admiration. L'Art d'amener les eaux des sources éloignées, pour les conduire dans les Villes qui en avoient besoin, principalement à Rome; la distribution qui en devoit être faite aux Citoyens, soit en public ou en particulier, étoit estimée par les Princes & les premiers Magistrats, d'une assez grande conséquence pour mériter toute leur attention.

On prétend que ce fut le Roy Ancus Marcus qui fit travailler le premier à conduire à Rome les eaux de la Fontaine Piconia; pour cela il fit percer des montagnes, par des voûtes dont la construction étoit admirable, & soutenir l'eau dans les Vallées sur des aqueducs d'une hauteur extraordinaire. Par la suite ces travaux furent multipliés considérablement, & il y eut jusqu'à neuf ou dix de ces principaux aqueducs qui conduisoient à Rome plus de cinq millions de muids d'eau en 24 heures, qui alloient se rendre dans de grands bassins clos & couverts de bâtimens; de-là elle étoit conduite, par des tuyaux souterrains, à des Fontaines situées dans les différens Quartiers. Ces Fontaines faisoient un des principaux ornemens de la Ville, étant accompagnées de Statues de marbre & de bronze. Sous l'Empire d'Auguste il y avoit peu de notables Citoyens qui n'eut chez lui un bassin d'eau vive.

Indépendamment des Sources, on ramassoit encore toutes les eaux qui n'étoient pas bonnes à boire, comme celles qui se dégorgeoient des Fontaines, & qui tomboient du Ciel; elles s'alloient rendre dans d'autres reservoirs, servant à abreuver les animaux: de-là elles étoient conduites par des tuyaux dans les maisons des Corroyeurs & autres Artisans, qui avoient besoin d'eau pour leurs Ouvrages, & après qu'elles avoient servi à plusieurs.

usages, elles se ramassoient dans les égoûts & cloaques pour les nettoyer, après quoi elles alloient se décharger dans le Tibre.

Rome ne profitoit pas seule des eaux qu'on amenoit des sources éloignées, les habitans des campagnes par où elles étoient conduites y avoient aussi part, soit pour l'usage des maisons, ou la fertilité du Pays qu'elles arrosoient dans les endroits arides, ce qui procuroit à Rome une grande abondance de denrées; mais cette distribution de l'eau pour la campagne étoit faite avec beaucoup d'économie & avec une Police admirable. On avoit grand soin qu'elle ne fut employée qu'à des usages essentiels & selon la quantité qu'on en destinoit à chaque chose; il étoit encore enjoint à un certain nombre de personnes de la campagne choisies par les Commissaires, d'entretenir les aqueducs proprement, afin que l'eau arrivât à Rome pure & saine : & pour les engager à s'appliquer sérieusement à ce service, & leur en faciliter le moyen, ils étoient exempts de toute charge, redevance & imposition publique, & ceux qui négligeoient de remplir leurs devoirs, étoient punis par la confiscation de leur héritage, que l'on donnoit ensuite à d'autres plus soigneux : ainsi le châtiment des uns faisoit la récompense des autres. Ils étoient de plus obligés de planter des arbres le long des aqueducs, chacun sur le terrein qui lui appartenoit, afin que l'eau coulant à l'ombre, fut entretenue fraîche.

Tous ces grands Ouvrages étoient conduits & entretenus avec beaucoup d'ordre & de discipline; & comme il n'eut pas été possible d'y parvenir sans une grande autorité, les Consuls & même les Empereurs ne méprisoient pas d'y veiller attentivement, regardant la conduite des eaux comme une des choses qui intéressoit le plus le bien public. Les Consuls en eurent long-tems l'Intendance, mais par la suite ils abandonnerent cette partie de la police à leurs Ediles qui en furent chargés, jusqu'au tems qu'Auguste voulant recompenser Marcus Agrippa des peines qu'il avoit pris pendant son Edilité, pour donner à Rome beaucoup plus d'eau qu'elle n'avoit eu encore, ayant fait faire 700 Reservoirs, 130 Châteaux d'eau, & 150 pompes magnifiquement décorées, le créa Sur-Intendant des eaux, & Chef d'une Compagnie de deux cens quarante Officiers ou Commissaires des eaux qui fut formée dans le même tems. On en créa ensuite encore une seconde, composée de quatre cens soixante personnes, & ces deux Compagnies étoient distribuées en différens offices, qui avoient tous pour objet la conduite & la distribution des eaux.

L'on peut bien juger que l'entretien de tant d'Officiers, & les

réparations continuelles des aqueducs, bassins, fontaines & châteaux d'eau devoit être d'une grande dépense, aussi le revenu que l'on en tiroit dans la distribution qui en étoit faite, étoit immense, chaque particulier payant un tribut proportionné à la quantité d'eau qu'on lui fournissoit chez lui. Frontin ayant fait la supputation des deniers que l'on percevoit pour cela dans le tems qu'il avoit la Sur-Intendance des eaux, trouvoit qu'ils montoient à deux cens cinquante mille sesterces par an, ce qui revient à six millions deux cens cinquante mille livres de notre monnoye, selon M. de la Mare dans son sçavant Traité de la Police, duquel j'ai extrait une partie de ce que je rapporte ici des Anciens. Cependant il arrivoit souvent qu'une somme aussi considérable ne suffisoit pas encore pour les frais de l'entretien, & qu'il falloit avoir recours à de nouvelles contributions pour les fonds extraordinaires, & personne n'étoit exempt de la taxe de quelques conditions qu'elles fussent, & quelques exemptions qu'elles pussent avoir d'ailleurs.

Les Empereurs Honorius & Arcadius voulant soulager le peuple des dépenses extraordinaires que demandoit l'entretien des eaux, ordonnerent que les fonds publics qui avoient été destinés jusqu'alors pour les jeux profanes, seroient à l'avenir appliqués à l'entretien des eaux.

Les Romains en établissant leur domination dans les Gaules, y ont apporté l'usage des aqueducs, comme on en peut juger par celui d'Arcueil, que l'Empereur Julien fit bâtir pour conduire de l'eau de fontaine à son Palais des Thermes proche de Paris, & par le Pont du Gar en Languedoc, qui sont des monumens de cette antiquité, que personne ne dispute; cependant il ne paroît pas que ces Ouvrages y fussent fort répandus, le grand nombre de fleuves & de rivieres dont ces Provinces sont arrosées, la multitude des sources qui se rencontrent en tous lieux, & qui remplissent leurs fontaines & leurs puits de bonnes eaux, ont dispensé leurs habitans d'en faire venir de loin.

De tous les peuples des Gaules, il n'y en avoit point qui fussent plus à portée que les Parisiens d'avoir de l'eau commodément; le fleuve de la Seine qui renfermoit alors entre ses deux bras toute l'étendue de leur Ville, leur en fournissoit abondamment, ils étoient si proche de ses bords pour en puiser, qu'ils n'étoient pas dans le cas d'avoir recours à des sources éloignées.

Philippe Auguste ayant fait renfermer dans une même enceinte dix petits Bourgs qui s'étoient formés aux environs de cette Ville,

& les campagnes qui les séparoient s'étant peuplées en peu de tems, un grand nombre de ces nouveaux habitans se trouvant trop éloigné des bords de la Seine, & le terrein en bien des endroits peu propre à creuser des puits, eurent recours aux sources des éminences voisines; celles du Village de Belleville en fournirent d'abord suffisamment, & furent conduites à Paris par un aqueduc souterain, pour être distribuées à trois fontaines publiques.

Quoique les sources de Belleville ne donnassent à Paris que huit pouces d'eau, cette petite quantité a long-tems suffi pour suplément des eaux de la Seine; mais les nouveaux aggrandissemens de la Ville ayant obligé par la suite de multiplier le nombre des Fontaines, l'on a fait venir à Paris pour le côté du Nord les sources du Pré-Saint-Gervais, & pour celui du Midi, celles du Village de Rungis & des environs; leurs eaux sont conduites par des aqueducs, accompagnés de leur rigoles, tuyaux, regards, réservoirs, châteaux d'eau, & de tous les autres Ouvrages nécessaires pour les conserver dans leur bonté, & pour en faire une juste distribution.

Le Pré-Saint-Gervais fournissoit 20 pouces d'eau, & Rungis 83; ainsi toutes ces eaux qui arrivoient à Paris par trois aqueducs, montoient autrefois à cent onze pouces, car il s'en faut bien aujourd'hui que ces sources ne soient aussi abondantes. De ces cent onze pouces il y en avoit soixante destinés pour les Maisons Royales; & les cinquante-un pouces restans, étoient distribués en vingt-six fontaines construites en différens quartiers, pour la commodité publique.

*Etablissement de la Machine Hydraulique, appliquée au Pont Notre-Dame à Paris.*

1105. Quoique cette quantité d'eau fut déja considérable, il arrivoit cependant quelques fois, dans le tems des grandes sécheresses, que la Ville en manquoit dans les lieux éloignés de la riviere: d'ailleurs il s'en falloit beaucoup que ces fontaines fussent suffisantes à la grandeur où la Ville a été portée depuis le commencement du Regne de Louis le Grand; des quartiers entiers dont elle a été augmentée vers ses extrêmités, se trouvant privés d'eau, on prit la résolution de multiplier le nombre des fontaines publiques. Le Roy en ayant approuvé le dessein, & ordonné l'exécution, Messieurs les Prevôt des Marchands & Echevins firent en 1670 deux traités, le premier avec le Sieur Joly, Ingenieur ordinaire du Roy, qui s'obligea d'élever 30 pouces d'eau par une machine qui fut construite dans le petit moulin du Pont Notre-Dame, le second avec le Sieur de Mans pour en élever 50, par le moyen d'une autre machine qu'il proposoit dans le grand mou-

lin. Depuis ces deux machines qui n'étoient point semblables, ont été construites à neuf par le Sieur Rannequin qui les a fait uniformes, & beaucoup moins défectueuses que dans le premier établissement; cependant M. Turgot, Prevôt des Marchands & Messieurs les Echevins, plus occupés que jamais du dessein de donner à Paris une grande abondance d'eau, ayant été informés en 1737, que les pompes de la machine appliquée au Pont Notre-Dame avoient des défauts qui étoient cause qu'elle ne fournissoit pas à beaucoup près une quantité d'eau proportionnée à la force du courant de la Seine, considerée dans son état moyen, me firent l'honneur de m'inviter par la Déliberation suivante, de leur donner les connoissances qui pouvoient contribuer à rectifier cette machine.

*NOUS Prevôt des Marchands & Echevins de la Ville de Paris, assemblés au Bureau de la Ville avec le Procureur du Roy & de la Ville pour les Affaires d'icelle, Nous aurions mis en considération la nécessité de procurer dans tous les Quartiers de cette Ville une plus grande quantité d'eau, tant pour l'usage des Bourgeois & Habitans, que pour la tenir nette dans les rues & dans l'interieur des maisons, que la Machine Hydraulique du Pont Notre-Dame auroit été construite il y a plus de soixante années, & poussée depuis à différens degrés de perfection, que devant regarder comme un des plus importans de nos soins d'atteindre au dernier point de cette perfection, si nos Prédecesseurs & Nous n'y sommes point encore parvenus, Nous pourrions esperer cet avantage du zéle & de la capacité connue du Sieur Belidor, Commissaire Provincial de l'Artillerie, Professeur Royal des Mathématiques aux Ecoles du même Corps, actuellement en cette Ville, & faisant son séjour ordinairement à la Fere pour le service du Roy; & la matiere mise en déliberation: Ouy, & ce consentant le Procureur du Roy & de la Ville, avons arrêté & ordonné, arrêtons & ordonnons que ledit Sieur Belidor sera invité de se transporter dans la Machine Hydraulique, appliquée au Pont Notre-Dame, d'en observer l'état actuel, & s'il croiroit nécessaire d'y faire quelque changement pour la conduire au plus grand degré de perfection, de Nous en donner ses Mémoires, Desseins & Devis. Fait au Bureau de la Ville le trentiéme jour d'Août 1737. Signé,* TAITBOUT.

Pour répondre à la confiance de Messieurs les Prevôt des Marchands & Echevins de la Ville de Paris, Nous avons saisi avec ardeur l'occasion de leur marquer notre parfait dévouement, & l'envie de seconder leur zéle, pour ce qui intéresse le bien public, en tâchant de procurer dans tous les quartiers de la Ville de Paris une plus grande quantité d'eau. Selon

Selon l'intention de ces Meſſieurs, Nous nous ſommes tranſportés pluſieurs fois dans la machine appliquée au Pont Notre-Dame, afin d'en conſiderer l'action, & d'en examiner toutes les parties que nous avons développées par des deſſeins exacts, dont voici la deſcription, qui ne laiſſera rien à déſirer pour l'intelligence de notre projet.

### *Deſcription de la Machine appliquée au Pont Notre-Dame.*

1106. Cette machine eſt compoſée de quatre équipages, dont chacun comprend trois corps de pompes accollés qui aſpirent l'eau, & trois autres qui la refoulent en même tems dans les cuvettes de diſtribution; comme deux roues égales font chacune agir deux équipages par la force du courant de la Seine, nous ne ferons mention dans cette deſcription que d'une moitié de la machine, parce que ſe trouvant compoſée de deux parties ſemblables qui n'ont aucune communication de mouvement, ces parties peuvent être regardées comme deux machines ſéparées qui ont un même objet.

1107. La grande roue AB qui trempe dans l'eau, eſt accompagnée d'un rouet vertical CD, s'engrainant avec deux lanternes E, F, l'eſſieu de la premiere fait tourner une manivelle à tiers point marquée G, qui fait agir en même tems trois balanciers H, exprimés dans la ſeconde figure; ainſi il faut concevoir qu'à leurs extrêmités I, il y a des tringles de fer qui répondent à cette manivelle, ce qu'on ne peut bien diſtinguer que dans la quatriéme figure, où l'on reconnoîtra par l'indication des lettres précedentes, le profil de la roue AB, l'élévation du rouet CD, les lanternes E, F, la manivelle G, les balanciers H, & leur relation avec la lanterne E par les tringles IK.

PLAN. 1. FIG. 1. & 2.

*Deſcription d'un équipage du petit mouvement.*

FIG. 4.

En ſuivant avec un peu d'attention la même figure, l'on verra qu'aux extrêmités oppoſées L des balanciers, ſe trouvent ſuſpendues d'autres tringles M, répondant aux chaſſis qui portent les piſtons, dont il eſt aiſé de diſtinguer les corps de pompes N & leurs baches communes O, exprimées auſſi par les mêmes lettres N, O, au plan relatif à la premiere figure : ainſi à ne conſiderer que ce premier équipage, nommé équipage du *petit mouvement*, il réſulte qu'à chaque tour que fait la lanterne E, la manivelle G fait alternativement aſpirer & refouler une fois chacune de ces pompes; c'eſt-à-dire, que d'abord l'eau de la riviere eſt élevée dans la bache O, par l'aſpiration des pompes inférieures, de-là eſt refou-

lée par les ſuperieures dans les tuyaux montans, comme on l'a expliqué dans l'article 875.

PLAN. 1. & 2. FIG. 2. & 4. *Deſcription d'un équipage du grand mouvement.*

1108. Pour juger de la maniere dont agit le ſecond équipage, nommé Equipage du *grand mouvement*, il faut conſiderer dans la quatriéme figure que le rouet CD, en faiſant tourner la lanterne F, fait tourner auſſi un rouet horiſontal P, par le moyen de l'arbre 13, 14, qui leur ſert d'eſſieu commun; que ce rouet s'engraine avec la lanterne Q, dont l'axe R fait agir une manivelle à tiers-point S, à laquelle ſont ſuſpendus des tringles de fer, & des chaſſis portant les piſtons des corps de pompes aſpirans & refoulans, qui jouent alternativement comme les précedens.

Les corps de pompes & la bache de ce ſecond équipage ſont exprimés par les lettres T, V, au plan qui répond à la premiere figure, & l'on diſtinguera ſenſiblement dans la ſeconde, en ſuivant les lettres relatives à la quatriéme, les parties qui lui communiquent le mouvement: par exemple, le rouet P qui s'engraine avec la lanterne Q, l'eſſieu R & les manivelles S.

FIG. 3.

Quant à la troiſiéme figure, elle repréſente un profil coupé ſur l'alignement YZ du plan; on y voit raſſemblés les deux équipages que nous venons de décrire; le premier qui répond à la bache O a ſes trois corps de pompes vûs de front avec leur tuyaux d'aſpiration, au lieu que ceux du ſecond qui répondent à la bache V, ne pouvant être vûs que de file, on n'a pû les exprimer auſſi ſenſiblement, ſe trouvant d'ailleurs cachés par des pieces de charpente; mais il eſt aiſé de s'imaginer leur ſituation par celle du plan qui leur eſt relatif. J'ajouterai que pour que les tringles de cet équipage ſoient toujours maintenues verticalement, elles ſont dirigées par les guides X, qu'on trouve auſſi exprimés dans la ſeconde figure.

*Les vannes & les roues de cette machine ſe hauſſent & ſe baiſſent par le moïen des crics.*

1109. A l'endroit 2, 3, de la premiere figure, l'on voit la coupe horiſontale d'une vanne ſervant à menager la force du courant qui fait tourner la roue AB, afin qu'elle s'entretienne dans une viteſſe uniforme, c'eſt-à-dire, que quand la force du courant eſt plus grande qu'il ne faut pour faire agir la machine rondement, on baiſſe la vanne plus ou moins, afin que les aubes n'étant frappées que ſur une partie de leur ſuperficie, ne tournent point avec trop d'impétuoſité; au contraire quand la riviere eſt baſſe, on leve la vanne pour que les aubes reçoivent toute l'impreſſion du courant, ce qui ſe fait par le moyen d'un cric placé à l'endroit 4 de la ſeconde figure, & ce cric eſt ſemblable à celui dont nous avons fait mention dans l'art. 1041. Alors on baiſſe, ou on leve avec le ſecours de trois autres crics, repréſentés aux endroits 5 de la mê-

me figure, & d'un vêrrin marqué *6*, le chaſſis *9*, 10, 11, 12, qui porte la roue AB, la lanterne E & l'eſſieu, 13, 14.

*Le grand rouet reſte toujours au même endroit, quoique l'on hauſſe ou baiſſe ſon axe.*

1110. Comme on ne peut changer la ſituation de la roue ſans faire monter ou deſcendre en même tems les lanternes E & F, qui ne peuvent être ſéparées de leur rouet commun CD, on ſçaura que le grand rouet P a un moyeu 7, qui repoſe & tourne ſur une platte forme 8, comme un pivot ſur ſa crapaudine; que ſon eſſieu 13, 14, peut monter & deſcendre ſans changer la ſituation de ce rouet, que quand le chaſſis qui porte la roue a été fixé à une hauteur convenable, on enfonce des coins dans le moyeu pour le contraindre de tourner avec ſon eſſieu; enfin qu'on racourcit, ou allonge les tringles IK qui communiquent le mouvement de la manivelle G aux balanciers H, & que toute cette manœuvre n'a lieu que pour le premier équipage, le ſecond reſtant toujours dans le même état.

PLAN. 5. FIG. 5. & 6.

*Développement particulier des pompes refoulantes d'un équipage.*

1111. Pour que l'on puiſſe bien juger de la diſpoſition interieure des corps de pompes d'un des équipages, on les a exprimés en grand par les figures 5 & 6. La premiere montre que les trois corps de pompes refoulantes A, B, C, ſont racordés avec les branches D, E, F, qui ſe réuniſſent au tuyau G, pour compoſer enſemble ce qu'on appelle la *fourche*, par laquelle paſſe l'eau, qui eſt refoulée dans le tuyau montant H, qui aboutit aux cuvettes de diſtribution : à l'égard des corps de pompes aſpirans I, K, L, qui répondent au fond de la bache MN, dans laquelle ils élevent l'eau de la riviere à une hauteur de 16 pieds par les tuyaux d'aſpiration O, je ne m'arrêterai point à expliquer le jeu de leur piſton, par rapport à ceux des pompes ſuperieures, étant aiſé de ſe l'imaginer, en ſe rappellant ce qui a été dit ſur les manivelles triples dans l'article 112.

La figure ſixiéme repréſente un autre profil du même équipage coupé du ſens des chaſſis qui portent les piſtons, & qu'on ſuppoſe paſſer par la verticale EO ou FO; ainſi quoique ce profil ſoit renfermé dans la même bache MN, on ne doit pas le regarder, comme s'il appartenoit à une pompe ſéparée du grouppe dont nous parlons : on a crû devoir ajouter auſſi la figure ſeptiéme, qui montre l'élevation exterieure que forment les pompes refoulantes unies à leurs fourches.

*Le diametre des corps de pompes n'eſt pas de même dans*

1112. Toutes les ſoupapes des pompes refoulantes ſont à coquille, & celles des aſpirantes à clapets. Les piſtons ſont faits de bois frettés & garnis de cuir, ſelon l'uſage ordinaire. Les 12 corps de pompes ne ſont point uniformes, il y en a neuf refoulans, dont le

*tous les équipages de cette machine.* diametre interieur est de 6 poues 9 lignes, & celui de leurs aspirans de 7. Le diamétre des trois autres refoulantes qui appartiennent à un même équiage est de 7 pouces 9 lignes, & celui de leurs aspirans de 8 pouces. Tous ces pistons font monter l'eau dans les cuvettes de distribution, élevées de 81 pieds au-dessus du lit de la riviere, de-là elle retombe dans des tuyaux descendans, pour s'aller rendre aux fontaines.

*Description de deux équipages de relais pour supléer à ceux qui viennent à chommer.* 1113. M. Turgot s'étant apperçû qu'il arrivoit assez souvent que le plus grand nombre des fontaines publiques manquoient d'eau, lorsque l'on étoit obligé de faire chommer la machine, pour réparer les parties des pompes qui venoient à manquer, a fait faire en 1737 un équipage de relais, répondant à chacune des roues, pour agir au défaut de l'un des deux autres : sage précaution qui marque parfaitement le zéle de ce digne Magistrat pour tout ce qui intéresse le bien public. Nous avons exprimé ce nouvel équipage par la neuviéme figure, qui est une partie détachée de la seconde que nous avons crû devoir séparer pour plus d'intelligence.

Pour juger du rapport de ces deux figures, il faut considerer que toutes les parties accompagnées des mêmes lettres appartiennent à la machine, telle qu'elle étoit avant d'y avoir rien ajouté, & qu'on a profité de l'espace qui s'est rencontré dans le coin BCD du Bâtiment, pour placer un arbre horisontal F, qui répond d'une part à la lanterne E, qui s'engraine avec les dents du rouet P, & de l'autre à une manivelle G, qui fait agir trois pompes dont les tringles qui portent les chassis des pistons sont dirigés par les guides K, pour faire jouer un équipage entierement semblable à celui qui est représenté dans la cinquiéme figure, & disposé comme on l'a expliqué dans l'article 1108. Il est à propos de remarquer que les lanternes E & Q pouvant être séparées des dents du rouet P, l'on peut en laisser chommer une, & agir l'autre, pour que les pistons qu'elle met en mouvement élevent l'eau conjointement avec ceux que font mouvoir les balanciers H. S'il arrive qu'on soit obligé d'arrêter ces derniers, alors on laisse tourner ensemble les deux lanternes; ainsi chaque roue peut toujours faire agir deux équipages en même tems, mais non pas les trois ensemble, parce que selon le sieur Rannequin, qui a la direction de la machine, on ne peut lui faire soutenir un aussi grand travail, sans la mettre en danger de rompre; on ne doit donc compter pour estimer le produit de cette Machine, que sur la quantité d'eau que peuvent élever les six corps de Pompes des deux Equipages que chaque roue peut mettre en mouvement.

*Plan. 1. & 3. Fig. 2. & 9.*

1114. Pour juger de la viteſſe des piſtons par rapport à celle de la roue, l'on ſçaura que cette roue a 10 pieds de rayon, pris juſqu'à la baſe des aubes, que ces aubes ont 18 pieds de largeur ſur 3 pieds de hauteur; que ſi l'on prend leur centre de gravité pour celui d'impreſſion, le bras de levier moyen relatif à la force du courant ſera de 8 pieds 6 pouces; alors le centre d'impreſſion décrira à chaque tour de roue une circonférence d'environ 54 pieds.

*Dimenſions des roues à aubes.*

1115. L'on ſçaura auſſi que le coude des manivelles eſt de 9 pouces, que par conſéquent la levée de chaque piſton eſt de 18 pouces, que le rouet CD a 60 dents, & la lanterne E 15 fuſeaux; ainſi quand la roue AB fait un tour, cette lanterne & ſa manivelle en font quatre; & comme chacun des piſtons qui ſont mis en mouvement par cette manivelle hauſſe & baiſſe une fois à chaque tour de lanterne, l'on voit que les piſtons donnent *douze relevées* à chaque tour de roue. Or comme ſelon l'article 114, l'on peut ne ſuppoſer qu'un ſeul piſton qui refoule ſans interruption, il ſuit, ſans ſe mettre en peine du bras de levier moyen, que ce piſton ſera en montant 18 pieds de chemin, tandis que la roue en ſera 54, & que la viteſſe de la puiſſance qui meut le premier équipage eſt à la viteſſe du poids qui lui répond, comme 3 eſt à 1.

*Viteſſe des piſtons des équipages du petit mouvement par rapport à celle de la roue.*

1116. A l'égard du ſecond équipage comme la lanterne F a 20 fuſeaux qui s'engrainent avec la roue CD de 60 dents, cette lanterne & le rouet P feront trois tours, tandis que la roue AB n'en ſera qu'un; & comme ce rouet eſt accompagné de 40 dents qui s'engrainent avec la lanterne Q, qui a auſſi 20 fuſeaux; il ſuit que cette lanterne fait ſix tours à chaque révolution de la roue AB, & que les piſtons du ſecond équipage font enſemble *dix-huit relevées* dans le même tems; par conſéquent ſi l'on ne ſuppoſe encore qu'un piſton qui refoule ſans ceſſe, il ſera 27 pieds de chemin, tandis que la roue en ſera 54, ainſi le rapport de la viteſſe de la roue à celle du poids qui répond au ſecond équipage, eſt comme 2 eſt à 1.

*Viteſſe des piſtons des équipages du grand mouvement*

Pour expoſer l'objet principal de notre projet, il faut ſe rappeller que nous avons inſinué dans les articles 897, 898, 963, 964, que les colonnes d'eau que refouloient les piſtons ne devoient jamais rencontrer d'obſtacles en montant. On jugera ſi cette maxime a été obſervée dans la conſtruction des pompes de la machine dont nous parlons, en conſidérant la cinquiéme figure où l'on remarquera trois défauts eſſentiels.

1117. Le premier vient des ſoupapes à coquille qui retreciſſent conſidérablement le paſſage de l'eau que tous les piſtons refoulent,

*Les pompes de cette machine ont trois défauts qui sont cause qu'elle ne fournit pas à beaucoup près la quantité d'eau qu'elle devroit donner.*

ce qui demande de la part de la puissance, beaucoup plus de force pour imprimer à l'eau une certaine vitesse, que si le piston montoit librement; & comme on ne peut emprunter du courant une plus grande force respective sans diminuer la vitesse de la roue, l'effet de la machine est nécessairement moindre que l'effet naturel.

1118. Le second que l'eau en montant dans le corps de pompe est refoulée contre la soupape & son palier, ce qui la fait réjaillir de haut en bas, & s'oppose à celle qui est poussée de bas en haut par le piston, à quoi l'on peut ajouter qu'après avoir surmonté ces obstacles, elle ne passe dans les branches que selon des directions obliques aux parois, qui la font reflêchir en plusieurs endroits & en alterent la vitesse.

1119. Le troisiéme, que l'eau se trouve étranglée dans des branches qui n'ont gueres intérieurement que 3 pouces de diametre, tandis que celui des pistons en a 7 à 8; ainsi la grosseur de ces branches n'est qu'environ la cinquiéme partie de celle des corps de pompe. D'ailleurs les tuyaux montans n'ont que 6 pouces de diametre, au lieu qu'ils devroient en avoir au moins 8, afin que l'eau ne soit point obligée d'y monter avec une vitesse double de celle du piston, & même par intervalle avec une vitesse quadruple, lorsque deux pistons refoulent ensemble, ce qui arrive une fois à chaque tour de manivelle. Et comme les frottemens de l'eau contre les parois des tuyaux, sont d'autant plus grands que l'eau est obligée de couler avec plus de vitesse; il naît encore de cette part de nouveaux obstacles, qui étant réunis aux précédens, sont cause que le courant employe la plus grande partie de sa force, non à soulever les colonnes d'eau qu'il fait monter dans les cuvettes, mais à surmonter tous les obstacles que les mêmes colonnes rencontrent en chemin, ce qui est cause encore un coup, que ne lui restant que peu de vitesse, la roue ne peut tourner que lentement.

*Les défauts précédens contribuent à la destruction de la Machine.*

1120. Pour peu que l'on réflechisse sur ce qu'on vient d'insinuer, l'on sentira que les pistons en refoulant l'eau doivent faire un grand effort, & même pousser de bas en haut les corps de Pompe avec beaucoup de violence, & aussi voit-on toutes les parties de la machine prêtes à fléchir, parce qu'une bonne partie de l'action du courant est employée à la destruction de la machine même; & comme elle doit d'autant plus fatiguer que la roue aura plus de vitesse, il n'y a point à douter que l'on ne mit la machine en danger de rompre, si l'on vouloit se prévaloir de la

force du courant lorsque la riviere est dans son état moyen, & voilà la raison qui oblige de baisser la vanne, pour empêcher que les aubes ne soient frappées en plein; ainsi quand la machine souffre, ce n'est pas précisement à cause que la roue va plus vite, mais parce que les corps de pompes ont des défauts contraires à cette vitesse, au lieu que si l'eau montoit librement avec une vitesse égale à celle des pistons, l'on pourroit en toute sureté laisser une plus grande partie des aubes en prise au courant, pour donner à la roue plus de vitesse.

*Les roues de cette machine font ordinairement deux tours par minute.*

1121. Nous étant rendus dans la machine le 17 Septembre de l'année 1737, nous avons observé que chacune des roues faisoit à peu près deux tours par minute, alors la riviere étoit forte, & les vannes se trouvoient baissées d'environ 15 pouces au-dessous du niveau des eaux à l'endroit des arches du côté d'Amont, & les quatre équipages ensemble donnoient environ 100 pouces d'eau. M. Rannequin s'étant aussi rencontré dans la machine, nous dit que les pompes alloient aussi-bien qu'on pouvoit le désirer; que cependant s'il vouloit il donneroit plus de vitesse aux roues, mais que cela ne se pourroit sans fatiguer beaucoup la machine.

Depuis le 17 Septembre, nous avons remarqué que les roues faisoient toujours à peu près deux tours par minute, par consequent que les Pompes fournissoient environ 100 pouces d'eau: Si dans certaines occasions elles paroissent en donner davantage, c'est qu'on baisse moins les vannes pour donner plus de vitesse aux roues; mais comme elles ne restent point long-tems dans cet état, crainte des suites fâcheuses, sagement prévûes par M. Rannequin, chargé de l'entretien annuel de la machine, l'on ne doit compter que sur 100 pouces d'eau dans le tems de l'année le plus favorable.

*Quand cette Machine sera rectifiée, elle fournira au moins le double de l'eau qu'elle éleve ordinairement.*

1122. Il s'agit donc pour rectifier cette machine, d'employer de nouveaux corps de pompes, qui n'ayent aucun des défauts dont nous venons de parler, de leur donner 8 pouces de diametre, & de se servir de tuyaux montans de même calibre; alors comme les pistons ne seront gueres plus chargés qu'auparavant, l'on aura de reste toute la force que le courant employoit mal-à-propos, dont une partie servira à imprimer aux roues une plus grande vitesse, qui sera bien reglée, lorsqu'au lieu de deux tours elles en feront trois par minute, c'est à quoi il sera aisé de les assujettir en haussant ou baissant la vanne plus ou moins, relativement à la force du courant, & la machine ira rondement sans rien avoir à craindre de la précipitation des frottemens, & l'on aura

au moins 100 pouces d'eau de plus que de coutume.

Ayant dit (1116) qu'à chaque tour que faisoit une des roues, leur grand rouet horisontal en faisoit trois, il sera bien plus commode d'estimer le produit de la machine par la vitesse de ses rouets, que par celle de la roue, qu'on ne peut aller observer au bas de la machine, sans s'exposer à quelque danger, au lieu que l'on est en sureté sur le plancher qui soutient les mêmes rouets; & comme il soutient aussi les crics dont on se sert pour hausser & baisser les vannes, on sera à portée de les mettre au point convenable, pour que les roues fassent trois tours par minute, ce qui arrivera toujours quand chacun des grands rouets en fera 9 dans le même tems : j'ajouterai que comme on ne peut gueres avec une montre mesurer exactement le tems d'une minute, il convient pour plus de précision d'en laisser écouler cinq; alors il faudra, pour que la vitesse de la machine soit bien reglée que chacun des grands rouets fasse 45 tours dans le même tems.

*Quand la machine sera rectifiée, on pourra laisser prendre plus de vitesse aux roues, sans rien avoir à craindre de la précipitation des frottemens.*

1123. Il ne faut point apréhender lorsque les roues feront trois tours par minute que la machine ait plus à souffrir qu'auparavant, au contraire, le jeu en sera bien plus doux quand les pistons ne rencontreront plus des obstacles qui s'opposoient à leur mouvement; les réparations en seront moins fréquentes, les manivelles sur-tout dureront bien plus long-tems, dès que la cause de leur fréquente rupture ne subsistera plus.

*Expériences par lesquelles on prouve que les roues peuvent faire trois tours par minute.*

1124. J'ai dit (1112) qu'ordinairement les vannes trempoient dans l'eau sur la profondeur de 15 pouces, pour modifier la force du courant sur les aubes, & que le 17 Septembre de l'année 1737 le Sieur Rannequin étoit convenu qu'on pouvoit faire faire aux roues plus de deux tours par minute. C'est de quoi j'ai été convaincu plusieurs fois dans le cours de la même année, entre-autre le 26 Décembre avec le Sieur Sirebeau, Fontainier de la Ville, qui m'a accompagné dans la machine, où ayant fait lever les vannes de 5 à 6 pouces, pour que les aubes reçussent l'impression de l'eau sur plus de hauteur que de coutume, j'ai vû le rouet de la roue septentrionale faire 9 tours & demi en une minute, & celui de la roue méridionale en faire dix, ce que j'ai observé pendant une heure. Or puisque le courant dans son état moyen est capable de faire faire aux roues trois tours par minute, malgré les obstacles qu'oppose la mauvaise construction des corps de pompe; & dans le cas où les aubes ne sont pas choquées en plein, c'est une preuve incontestable qu'on pourra les entretenir dans cette vitesse, lorsque les corps de pompes seront rectifiés; mais en voici encore une

une d'un plus grand poids, tiré du calcul de la puissance qui meut la machine.

*La riviere vient ordinairement rencontrer les aubes, avec 8 pieds 9 pouces de vitesse par seconde.*

1125. Les eaux de la riviere, le long du Quai Pelletier étant soutenues par une pessiere, leur niveau est ordinairement plus élevé de 12 ou 13 pouces que celui de l'eau qui coule du Pont Notre-Dame au Pont au Change, comme on en peut juger par plusieurs remarques; ce qui fait que quand la riviere est dans son état moyen, sa vitesse à la sortie de la seconde & troisiéme arche du côté du Nord, & qui répondent aux roues de la machine, est de 8 pieds 9 pouces par seconde, ou de 525 pieds par minute, comme j'en ai été convaincu par plusieurs expériences faites avec l'instrument de M. Pitot (614). Il est vrai que quand il se rencontre beaucoup de bateaux, entre le Pont Notre-Dame & le Pont au Change, cette vitesse est un peu retardée; mais aussi quand cet obstacle ne se rencontre point, il y a des tems où la vitesse de l'eau prise à l'endroit que je viens de dire va jusqu'à 10 pieds par seconde, sans qu'il soit survenu de nouvelles crûes d'eau; mais nous nous en tiendrons à celle de 8 pieds 9 pouces, qui regne le plus constamment dans le cours de l'année.

*Quand les roues feront trois tours par minute leur vitesse sera à peu près le tiers de celle du courant.*

1126. Quand j'ai insinué qu'il falloit que les roues de notre machine fissent trois tours par minute, je n'ai point déterminé cette vitesse au hasard, je l'ai déduit du principe général, auquel doivent être soumises toutes les machines mûes par un fluide, sçavoir que pour qu'elles soient capables du plus grand effet, il faut que la vitesse de la roue soit le tiers de celle du courant (588). Or comme nous venons de voir que celui sur lequel nous opérons, étoit capable de faire 525 pieds de chemin par minute, dont le tiers est 175 pieds, divisant ce nombre par 54 pieds, circonférence que décrit le centre d'impression des aubes dans chacune de leur révolution, il viendra $3\frac{13}{54}$, qui montre que pour que la vitesse de la machine soit bien reglée, il faudroit que chacune des roues fit trois tours & un quart de tour par minute: ainsi ne leur faisant faire que trois tours seulement, leur vitesse ne sera gueres éloignée de celle qui leur convient à la rigueur. Il ne s'agit plus que de voir si en les assujetissant à ce point, la force respective du courant sera capable de surmonter le poids des colonnes d'eau que les pistons doivent refouler, y compris la résistance causée par les frottemens.

*La puissance appliquée aux roues est de 3081*

1127. Les roues faisant trois tours par minute, leur vitesse dans le même tems sera de 162 pieds, qui étant retranchés de 525, reste 363 pieds pour la vitesse respective du courant par minute, qui sera de 6 pieds 7 lignes par seconde, répondant dans la troisiéme Ta-

ble du premier Volume, page 259, à un choc de 42 $\frac{1}{4}$ ꝉb ſur une ſurface d'un pied quarré.

Les aubes ayant 18 pieds de largeur ſur 3 pieds de hauteur, (1114) leur ſuperficie eſt de 54 pieds, qui étant multipliée par 42 ꝉb, donne 2308 ꝉb pour la force reſpective du courant, ou pour l'expreſſion de la puiſſance appliquée à chacune des roues.

*Chaque équipage élève une colonne d'eau du poids de 1955 liv.*

1128. Pour eſtimer le poids de la colonne d'eau que chaque équipage doit refouler, l'on ſçaura que dans le tems que la riviere eſt la plus baſſe, l'eau n'eſt jamais élevée à plus de 80 pieds au-deſſus de ſon niveau : or comme le diametre de toutes nos nouvelles pompes eſt de 8 pouces (1122), chaque équipage élevera donc une colonne d'eau de 80 pieds de hauteur, ſur 8 pouces de diametre, qui peſe 1955 ꝉb.

*Calcul de la force neceſſaire pour mouvoir les deux équipages qui appartiennent à une même roue.*

1129. Si l'on ſe rappelle (1115) que la viteſſe de la colonne que l'Equipage du *petit mouvement* refoule (1107) eſt le tiers de la viteſſe de la roue, l'on verra que le poids & la puiſſance dans l'état d'équilibre étant dans la raiſon réciproque de leur viteſſe, la puiſſance qui meut cet équipage ſera le tiers du poids, c'eſt-à-dire, le tiers de 1955 ꝉb, qui eſt 652 ꝉb qu'il faut multiplier par $\frac{19}{18}$, parce que le mouvement eſt communiqué à cet équipage par le moyen de l'engrainement d'un rouet & d'une lanterne (290) il viendra 688 ꝉb pour la puiſſance effective du même équipage, en faiſant abſtraction du frottement des tourillons, des balanciers, de ceux de la lanterne & de la roue, qui ne ſont point aſſez ſenſibles pour s'y arrêter, parce qu'on va voir, qu'après nos calculs faits, il nous reſte beaucoup plus de force, qu'il n'en faut pour ſurmonter la réſiſtance qui peut naître de cette part.

Etant prévenu auſſi que la colonne d'eau que refoule l'équipage du *grand mouvement* (1108) monte avec une viteſſe égale à la moitié de celle de la roue (1116), la puiſſance qui meut cet équipage ſera la moitié du poids; par conſéquent de 978 ꝉb, qu'il faut multiplier par le quarré de $\frac{19}{18}$ qui ſe réduit à peu de choſes près à $\frac{10}{9}$, & non pas à $\frac{7}{5}$, comme on l'a rapporté dans les articles 293 & 298, où la reduction du quarré de cette fraction a été mal faite; il viendra après la multiplication 1087 ꝉb pour la puiſſance effective qui doit mouvoir ce ſecond équipage, en faiſant abſtraction du frottement des tourillons comme ci-devant. Or ſi l'on ajoute l'eſtimation de cette puiſſance à celle de la précédente, il viendra 1775 ꝉb pour la ſomme des deux, c'eſt-à-dire, pour la force qu'il faudra au courant, afin de mouvoir les deux équipages en même tems; & comme nous venons de voir (1127) qu'il pouvoit exer-

cer ſur les aubes une force de 2308 ℔, il lui en reſtera donc une partie équivalente à 533 ℔, pour vaincre tous les obſtacles dont nous n'avons pas tenu compte, & pour ſupléer à la modification du courant, lorſque les aubes qui ſont au nombre de 8 à chaque roue, ſe trouvent dans la ſituation la plus déſavantageuſe (1065), ſur quoi il eſt bon d'être prévenu qu'ayant fait l'eſtimation de tous ces déchets, j'ai trouvé qu'ils ne pouvoient jamais aller à 200 ℔; j'ai crû devoir en ſuprimer le détail, pour ne point employer l'impreſſion à d'auſſi petits objets, ſur leſquels je me ſuis aſſez étendu dans le premier Chapitre du ſecond Livre. Il nous reſte à faire voir quel ſera le produit de cette machine, lorſque les pompes étant rectifiées, les roues feront chacune trois tours par minute.

*Calcul par lequel on prouve que quand les pompes ſeront rectifiées, elles éleveront au moins 200 pouces d'eau.*

1130. Si l'on ſe rappelle qu'on a vû dans les articles 1115 & 1116 que les piſtons d'un équipage du petit mouvement donnoient 12 relevées à chaque tour de roues, & que ceux du grand mouvement en donnoient 18, l'on verra qu'à chaque revolution d'une des roues, les deux équipages qui lui répondent, élevent enſemble 30 colonnes d'eau de 18 pouces de hauteur (1115), par conſéquent les quatre équipages enſemble en éleveront 60, ou une ſeule de 90 pieds de hauteur ſur 8 pouces de diametre, qui peſe 2200 ℔, qui étant diviſée par 28 ℔, peſanteur d'un pouce d'eau (342), donne 78 ℔ $\frac{4}{7}$ pouces pour le produit des quatre équipages à chaque tour de roue; d'où il ſuit que lorſque ces roues ſeront aſſujetties à faire trois tours par minute, la machine pourroit fournir dans le même tems 235 $\frac{5}{7}$ pouces; cependant je ne compte que ſur 200 pouces pour avoir égard à tous les déchets imprévûs, & c'eſt ſur quoi l'on pourra compter lorſque la riviere ſera dans ſon état moyen, c'eſt-à-dire lorſqu'elle aura 8 à 9 pieds de viteſſe par ſeconde dans l'endroit où je l'ai meſuré.

*Les roues qui ſont à cette Machine ſeroient bien plus parfaites, ſi elles n'avoient que ſix aubes au lieu de 8.*

1131. Tout ce que nous venons d'expoſer étant fondé ſur des expériences & ſur des principes inconteſtables, nous ſommes ſûrs que l'évenement ſera conforme à nos calculs, pourvû que les roues ſoient aſſujetties à faire trois tours par minutes, ſans ſouffrir qu'on modifie l'action de cette viteſſe dans le tems que la riviere en ſera capable, ce qu'on peut toujours eſperer, excepté pendant les ſécheresses extraordinaires; alors comme le courant a moins de viteſſe que dans ſon état moyen, on augmente la ſuperficie des aubes, en y ajoutant des planches; ſur quoi je ferai remarquer que les roues de cette machine feroient beaucoup plus avantageuſes, ſi au lieu de 8 aubes, elles n'en avoient que 6, de chacune 5 pieds de hauteur, pour les raiſons que nous avons rapporté au ſu-

jet de la Samaritaine dans les articles 1061, 1062, 1069, aufquels je renvois, c'eft pourquoi il conviendroit de s'y conformer la premiere fois qu'on voudra renouveller ces roues, pour n'avoir point la fujettion d'augmenter la hauteur des aubes quand la riviere eft baffe; au refte je paffe à l'explication de mes nouvelles pompes, qui pourront fervir de modeles pour toutes celles qu'on voudra faire à l'avenir, ayant été généralement approuvées des habiles gens qui les ont examinées.

## *Explication des nouvelles Pompes qu'on a exécutées pour rectifier la Machine appliquée au Pont Notre-Dame*

1132. Les nouvelles pompes que nous allons décrire font fi fimples & fi éloignées de tout ce qui peut exciter l'admiration, qu'on fera fans doute furpris qu'elles n'ayent point été imaginées plûtôt, & qu'on ait fait fi long-tems ufage des anciennes, fans en avoir aperçû les défauts; mais comme l'a dit fort à propos M. de Fontenelle dans fon Hiftoire de l'Academie, *les idées les plus naturelles, ne font pas celles qui fe préfentent le plus naturellement*. Pour bien juger de l'effet des pompes, il falloit raifonner felon les principes d'une Théorie, dont les Ouvriers ne font gueres à portée d'être inftruits; d'ailleurs quand les chofes fe trouvent autorifées par un long ufage, on ne s'avife gueres de foupçonner qu'elles font fort éloignées de leur perfection, elles fe tranfmettent d'un fiécle à l'autre avec la même confiance, & ce n'eft pas fans peine qu'on parvient à leur faire prendre une difpofition plus avantageufe; le renouvellement de la Philofophie nous en fournit un bel exemple; mais pour ne point m'engager dans des réflexions qui pourroient me diftraire de mon fujet, je paffe à la defcription dont il s'agit.

*Développemens d'une nouvelle foupape.* FIG. 1. 4. & 5.

1133. Si l'on confidere les figures comprifes fur la quatriéme planche, l'on y verra les plans, profils & élevations des nouvelles pompes, qui n'ont aucun des défauts des anciennes, ayant fuprimé la foupape à coquille, pour en fubftituer une autre qui laiffe à l'eau que refoule les piftons, toute la liberté du paffage, comme on en peut juger par la troifiéme figure, qui comprend l'interieur des pompes refoulantes d'un équipage où cette foupape fe trouve repréfentée dans les différens fens où elle peut être apperçûe, lorfque les pompes agiffent, & mieux encore par les développemens rapportés fur la cinquiéme planche, dont la huitiéme figure exprime cette foupape, vûe horifontalement féparée de fon pallier; la neuviéme, le même pallier accompagné

d'une languette pour être ferrée entre les brides des corps de pompes & de leurs branches; la treiziéme, un profil de l'essieu de la soupape, pour faire voir de quelle maniere il y est uni avec des vis & écrous; la quatorziéme, un profil du pallier separé de la soupape; la quinziéme, une vûe horisontale de cette soupape enfermée dans son pallier, pour faire voir comme les tourillons sont retenus par en haut avec des susbandes attachées avec des vis; la seiziéme est un profil de la soupape & de son pallier dans la situation précédente: enfin la dix-septiéme, un autre profil du pallier & de la soupape quand elle est ouverte.

*Le centre de mouvement de cette soupape, est éloigné de son centre de grandeur de la douziéme partie de son diametre.*

1134. Cette soupape est composée d'un diaphragme circulaire & mobile sur les tourillons C, D, d'un axe EF, dont le milieu ne passe point par le centre G, s'en trouvant éloigné de la douziéme partie du diametre AB, *qu'on suppose un peu plus grand que celui des corps de pompes*, c'est-à-dire, que ce diametre étant divisé en 12 parties égales, l'intervalle AH en comprend sept, & l'autre HB cinq.

PLAN. 5. FIG. 8. & 17.

*Cette soupape a un bras de levier égal à la douziéme partie de son diametre.*

1135. L'on remarquera aussi que le centre I de l'axe EF (fig. 17) se trouve éloigné du milieu de l'épaisseur du diaphragme AB, d'une distance IH, égale aussi à la douziéme partie du diametre AB, ce qui fait naître un levier coudé KIH, dont le plus petit bras IK répond aux frottemens des tourillons, & l'autre IH soutient à son extrêmité H le poids de la soupape, qui ne peut rester ouverte, à moins qu'elle n'y soit contrainte par une force étrangere.

*Les rebords des segmens de cette soupape sont dans un sens opposé.*

1136. Les segmens inégaux dont cette soupape se trouve composée, sont accompagnés de rebords en chanfrein AL, BM, disposés dans un sens contraire, afin que quand elle est fermée, le premier AL qui répond au plus grand segment puisse s'appuyer de haut en bas, sur le bord superieur OP du pallier, & l'autre BM de bas en haut contre le bord inferieur QR, avec lesquels la soupape doit s'emboëter parfaitement.

FIG. 16. & 17.

*Explication du jeu de cette soupape.*

1137. Quand le piston refoule, l'eau pousse de bas en haut la soupape (fig. 16.) mais avec beaucoup plus de force contre le grand segment HA, que contre le petit HB, *dans la raison du produit de la superficie de chacun de ces segmens par le bras de levier qui lui répond*, c'est-à-dire, par la distance de son centre de gravité à son centre de mouvement; alors la soupape s'ouvre pour se mettre dans une situation verticale (fig. 17) au milieu du cercle de son pallier, parce que le bras de levier IH a autant rejetté le point H vers le centre du pallier, qu'il s'en trouvoit éloigné quand la soupape étoit fermée, & l'eau passe librement des deux côtés du diaphragme sans rencontrer aucun obstacle, parce que le cercle du pallier a été

fait un peu plus grand que celui du corps de pompe, pour avoir égard à la place que peut occuper la ſoupape; ainſi le premier & ſecond défaut des anciennes pompes (1117, 1118) ſe trouvent entierement corrigés.

1138. D'autre part, au premier inſtant que le piſton commence à deſcendre, la ſoupape ceſſant d'être ſoutenue par l'eau qui montoit, ſe referme entraînée par ſon propre poids, qui agit à l'extrémité de ſon bras de levier, ſans aucune oppoſition que celle du frottement des tourillons; alors la colonne d'eau qui eſt deſſus s'appuyant beaucoup plus ſur le grand ſegment que ſur le petit, il eſt impoſſible que la ſoupape puiſſe s'ouvrir d'elle-même, au contraire, plus le poids de la colonne qu'elle ſoutiendra ſera grand, & mieux les bords s'appuyeront contre leurs palliers.

*Explication des figures qui facilitent l'intelligence des nouveaux corps de pompes.*

1139. Pour avoir lieu de donner plus de ſuperficie au cercle interieur du pallier que n'en a celui du piſton (1134) l'on a évaſé le ſommet DE de chaque corps de pompe CDEF, de même que leur *chapiteau* GHIK, pour ſuppléer au volume qu'occupe la ſoupape AB quand elle eſt ouverte, afin que l'eau qui eſt refoulée ne ſoit contrainte en aucun endroit.

PLAN. 4. FIG. 3.

Pour la même raiſon, on a ſuprimé la *fourche* des anciennes pompes (1111), & on a ſubſtitué en ſa place un *récipient* NOPQR, qui ne fait qu'une ſeule piece avec les trois chapiteaux GHIK, ayant été fondus enſemble; ainſi l'on voit que l'eau refoulée par les piſtons vient ſe réunir dans le récipient, pour paſſer de-là dans le tuyau montant, & que par ce moyen le troiſiéme défaut (1119) ſe trouve entierement corrigé.

La premiere figure répréſente extérieurement l'union des corps de pompes avec leurs chapiteaux; & le récipient accompagné d'un cordon M, ſervant à ſoutenir le tout ſur les moiſes dont ce récipient doit être embraſſé. La ſeconde eſt une coupe qui paſſe par la verticale ST, faiſant voir l'interieur du récipient à l'endroit SL, la forme exterieure du corps de pompe qui eſt dans le milieu, & le profil du cordon M du récipient.

La quatriéme eſt une autre coupe qui paſſe par la verticale VX pour montrer l'interieur du récipient du chapiteau & du corps de pompe qui eſt dans le milieu, avec la diſpoſition où ſe trouve la ſoupape AB quand elle eſt ouverte & vûe en face.

La ſixiéme eſt une coupe horiſontale priſe ſur l'alignement YZ, qui repréſente le ſommet des corps de pompes refoulans, leur bride & leur évaſement DE. Enfin la ſeptiéme eſt une autre coupe horiſontale priſe ſur l'alignement NR du récipient pour en faire

voir le fond & son union, avec le colet HI des chapiteaux, dont le diametre en cet endroit est égal à celui des corps de pompes.

1140. Quand à la cinquiéme figure, elle comprend un profil qui montre la communication des pompes aspirantes & refoulantes par le moyen de la bache qui leur est commune, & des pistons qui doivent jouer en même tems dans l'un & l'autre pour aspirer & refouler l'eau; & comme ces pistons n'ont rien de commun avec ceux dont on s'est servi jusqu'à présent, en voici l'explication.

1141. Pour rendre un piston exempt de défauts, il faut que sa construction soit assujettie à quatre conditions essentielles. *Conditions qui peuvent rendre un piston accompli.*

La premiere, qu'il soit percé d'une ouverture assez grande pour que l'eau qui doit le traverser puisse remplir entierement le corps de pompe dans le tems que le piston manœuvre (953, 954).

La seconde, que la soupape qui ferme le passage, laisse à l'eau une entiere liberté de monter, & que lorsqu'elle est baissée elle soit bien étanchée.

La troisiéme, que l'axe du piston se trouve toujours vertical, malgré l'obliquité que reçoit la tige dans le mouvement des balanciers ou des manivelles pour éviter toute contrainte, afin que le cuir qui entoure le piston ne fatigue pas plus d'un côté que de l'autre.

La quatriéme, que le cuir qui cause l'adhésion du piston à la surface intérieure du corps de pompe, soit tellement disposé, qu'il puisse durer long-tems, pour éviter les fréquentes réparations que cette partie occasionne, & qui est cause qu'il arrive souvent qu'un ou plusieurs équipages sont obligés de chommer, à quoi l'on peut ajouter que pour que le piston soit accompli, il doit être le plus solide qu'il est possible, puisque c'est de toutes les pieces d'une pompe, celle qui fatigue davantage; ce sont ces conditions que l'on a fait ensorte de remplir dans la construction du piston que nous avons imaginé.

1142. Le corps de ce piston est composé d'une boete de fonte ICDK, servant de noyau à un nombre de rondelles de cuir GH pressées les unes sur les autres, ayant pour base une saillie EF, qui regne autour de la boete en forme de corniche. *Description d'un nouveau piston refoulant, fait selon les conditions précédentes.*

La surface extérieure de cette boete vers le sommet CD est taillée en vis pour s'ajuster avec un anneau AB, servant d'écrou, & à presser les rondelles de cuir autant qu'il est possible, ensuite l'on a appliqué sur cet anneau une soupape à bascule, semblable à celle que nous venons de décrire, retenue par quatre vis. PLAN. 5. FIG. 10. 11. 12. & 20.

Le bas de la boete est terminé par deux oreilles I, K, percées

pour recevoir un boulon LM, servant à enfiler une fourche NO, dont le manche P, n'est autre chose que la tige du piston, laquelle peut jouer librement autour de son boulon ; ainsi quand le piston sera logé dans le corps de pompe, & que les balanciers ou les manivelles feront sortir la tige de la direction verticale, le piston s'y maintiendra & laissera prendre à la tige les obliquités que l'action de la machine peut faire naître, sans que le piston en reçoive aucune contrainte, ce qui satisfait à la troisiéme condition.

Les rondelles de cuir étant appliquées les unes sur les autres, composeront ensemble un corps incomparablement plus solide que s'il n'y avoit autour de la boete qu'une bande comme à l'ordinaire, parce que le cuir est capable d'une bien plus grande résistance sur sa tranche que sur sa surface; d'ailleurs l'adhésion en sera bien plus parfaite, parce qu'à mesure que le cuir s'usera par le frottement, il sera renouvellé pour ainsi dire par les parties contigues, qui sont poussées en dehors pour sortir de la contrainte où elles sont resoulées, l'eau dont elles sont imbibées les faisant tendre à occuper un plus grand volume; & comme elles ne peuvent se dilater que vers les parois du corps de pompe, ces rondelles serviront long-tems sans être obligé de les renouveller, d'autant mieux qu'elles ne fatigueront jamais plus d'un côté que de l'autre, ce qui satisfait à la quatriéme condition.

La boete de ce piston étant de cuivre, on pourra toujours faire son diametre intérieur, au moins aussi grand que celui du tuyau d'aspiration; & comme le trou de la soupape est supposé avoir le même diametre que celui de cette boete, l'on voit que quand le piston descendra, il pourra passer au travers, au moins autant d'eau qu'il en doit refouler en montant, & qu'il en pourroit même monter bien plus que le corps de pompe n'en peut contenir, parce que le poids de l'air agit en plein sur la surface de l'eau qui est dans les baches, ce qui satisfait à la premiere & seconde conditions.

*Description d'un piston aspirant, conditioné comme le precédent.*

*Plan. 5. Fig. 18. 19. & 21.*

1143. A l'égard du piston aspirant, il est entierement construit dans le goût du précédent; toute la différence, c'est que la saillie AB doit être en haut, de même que les oreilles CD qui servent à suspendre le piston à la fourche E qui lui tient lieu de tige ; ainsi la vis & l'anneau FG doivent être placés au bas de la boete H, pour soutenir & serrer les rondelles de cuir IK. Quant à la soupape, l'on voit dans la vingt-uniéme figure qui réprésente le dessus du piston, vû horisontalement, que la languette du pallier est échancrée à l'endroit des oreilles OP, & qu'il ne reste de cette languette que les

les deux parties MN, attachées ſur le rebord AB avec des vis.

Comme la dix-huitiéme figure repréſente bien naturellement le profil de ce piſton, & la dix-neuviéme, la diſpoſition extérieure de la boëte & de toutes les parties qui l'accompagnent, excepté les rondelles de cuir qu'on a ſupprimé pour n'en point cacher le corps; je ne m'y arrêterai pas davantage, parce que tout ce que j'ai dit, au ſujet du piſton précédent, peut être appliqué à celui-ci.

*Les meſures qui déterminent les parties de la ſoupape & des piſtons précédens, ſont priſes ſur le diamétre du corps de Pompe.*

1144. Pour juger du rapport des parties de la ſoupape développée ſur la cinquiéme Planche, relativement à la groſſeur du corps de Pompe où l'on voudra l'employer, il faut être prévenu qu'on a pris le diamétre du corps de Pompe diviſé en huit parties égales, & la premiere encore ſubdiviſée, pour l'échelle dont on s'eſt ſervi, & qu'on en a uſé de même pour celle des piſtons, c'eſt-à-dire, que les parties du diamétre du corps de Pompe doivent être conſidérées comme arbitraires, ainſi que les modules dans l'Architecture Civile.

Par exemple, l'on veut ſçavoir quel doit être le diamétre intérieur du palier de la ſoupape, il faut le prendre avec le compas dans la neuviéme Figure, le porter ſur l'échelle, on le trouvera de huit parties & demie, c'eſt-à-dire, que ſi le diamétre du corps de Pompe eſt de 8 pouces, celui du pallier de la ſoupape ſera de 8 pouces 6 lignes.

De même, l'on demande quel doit être le diamétre intérieur de la boëte du piſton refoulant; je prends dans la dixiéme Figure ce diamétre, & l'ayant rapporté à l'échelle, je trouve qu'il contient huit parties & demie, qui montre que ſi ce diamétre eſt encore de 8 pouces, celui de cette boëte ſera de 8 pouces 6 lignes; ainſi des autres; car quoique l'échelle qui appartient aux piſtons paroiſſe moins grande que celle de la ſoupape, cela n'empêche pas que l'une & l'autre ne puiſſe appartenir à la même Pompe, n'ayant fait celle des piſtons plus petite, qu'afin de pouvoir raſſembler leurs développemens ſur la même planche.

*Maniere de tracer les corps de Pompes, leur chapiteaux & le recipient.*

PLAN. 3. FIG. 8.

1145. Il nous reſte à donner la maniere de tracer l'évaſement ſupérieur des corps de Pompe & la figure de leurs Chapiteaux. Pour commencer par l'évaſement des Pompes, il faut diviſer le diamétre AB en 8 parties égales, que nous nommerons modules; ſur le milieu on élevera la perpendiculaire CD que l'on fera de 3 modules; par le point D on fera paſſer la ligne HG parallele au diamétre AB, & du point D comme centre, avec le rayon DA ou DB, on décrira les arcs AE & BF, qui formeront l'évaſement AEFB.

Il faut que la largeur des rebords E H & F G soit plus grande d'un module que l'épaisseur qu'on donnera au métal des Pompes, relativement à l'effort qu'ils auront à soutenir, & que les saillies O soient d'un demi module.

Pour tracer le profil des chapiteaux, il faut commencer par décrire un rectangle I Z L K, dont la base I K soit de 11 modules, & la hauteur I Z de 2; ensuite tracer sur milieu de la ligne I K un autre rectangle M T X N, dont la base M N soit égale au diamétre A B du corps de Pompe, & la hauteur M T de 6 modules.

Cela posé, on divisera la ligne Z L en trois parties égales aux points Q, R, & de ces points comme centre, on décrira les arcs Z T & L X; enfin on prolongera les perpendiculaires M T, Z X de la hauteur T V, X Y de $2\frac{1}{2}$ modules, pour avoir le rectangle T V Y X, qui marquera l'intérieur du collet du chapiteau.

Après cette construction qui sert à former les noyaux dont le Fondeur a besoin, il ne reste plus qu'à déterminer l'épaisseur du métal, en se conformant à l'article 950, & on observera de fortifier les rebords HE & FG des corps de Pompes par les quarts de rond P.

PLAN. 4. FIG. 5. Pour dire aussi un mot du récipient N O Q R, l'on déterminera la longueur N R de sa base, selon le nombre des corps de pompes qu'il faudra accoler: par exemple, quand il y en aura trois, on fera N R quintuple du diamétre des corps de pompes, & triple, lorsqu'il n'y en aura que deux. Si je ne me suis pas conformé à cette regle, c'est que j'ai été assujetti à la disposition des parties de la Machine du Pont Notre-Dame. A l'égard de la largeur intérieure du récipient, il faut qu'elle soit égale au diamétre des corps de pompe, & lui donner le plus de hauteur qu'il est possible, pour diminuer l'inclinaison de ses côtés.

*Disposition qu'il faut donner aux nouvelles Pompes, lorsque les pistons refoulent de haut en bas.*

1146. Ayant fait remarquer dans les articles 999, 1011 & 1012, le défaut des pompes du Val-Saint Pierre, qui étoit cause qu'elles ne fournissoient que dix muids d'eau par heure, au lieu de quinze qu'elles pourroient produire, si elles étoient rectifiées, je me suis réservé de faire voir dans celui-ci la maniere de rendre ces pompes parfaites, afin qu'étant prévenu de ce que je viens d'insinuer sur celles du Pont Notre-Dame, l'on entrât plus facilement dans mes vûes, & je profiterai de cette occasion pour montrer la disposition qu'il faut donner aux pompes, lorsqu'on veut que les pistons refoulent de haut en-bas.

Je suppose qu'il s'agit d'une Machine qui doit faire mouvoir trois pistons pour refouler de haut en-bas l'eau de leur corps de pompe dans un même tuyau montant, ensorte qu'elle ne rencontre aucun obstacle en chemin, pour que la puissance soit totalement employée à remplir sa principale fonction; que l'on a déterminé la levée des mêmes pistons par rapport à la construction de la Machine, pour connoître la hauteur qu'il faudra donner aux corps de pompes, & qu'on a trouvé leur diamétre, relativement à la force du moteur & à l'élévation du réservoir au-dessus de la source, en suivant la regle rapportée à la page 168.

Cela posé, considérez la premiere Figure de la Planche sixiéme, qui représente le profil des parties d'une pompe dont le diamétre est supposé de 8 pouces, & la levée des pistons de 20. Ce profil comprend trois pieces principales; la premiere, le corps de pompe ABCD fondu avec le rameau EFDG, dont le diamétre intérieur est égal à celui du piston; la seconde, la branche FGHIK, évasée à sa sortie pour les raisons rapportées dans l'article 1139; la troisiéme, le récipient LNOM, fondu avec les chapiteaux KLMI.

A l'égard des soupapes placées au fond CD des corps de pompes, & à la sortie KI des branches, on suppose qu'elles sont faites à bascule, comme elles sont décrites dans les articl. 1134, 1137, 1138, & que tous les endroits par où doit passer l'eau sont au moins aussi grands que le cercle du piston; que ceux du collet NPQO & du tuyau montant ont une superficie double de celle du cercle du piston, afin d'avoir égard à l'article 898. PLAN. 6. FIG. 1.

Les Figures 2 & 3 expriment l'élévation extérieure de cette pompe, considerée de côté & en face du récipient; la quatriéme, le profil du récipient, des chapiteaux & du coude des branches; la cinquiéme représente, à vûe d'oiseau, la jonction des corps de pompes, des branches & du récipient; & la sixiéme la coupe horisontale des corps de pompes, accompagnés de leurs branches.

Pour faire sentir de quelle maniere cet équipage doit être établi solidement, l'on voit dans la premiere, seconde & cinquiéme Figure que les corps de pompes sont entretenus ensemble par des moises RS liées avec des bandes de fer; que les branches sont encastrées & arrêtées sur une semelle TV, & que le récipient est soutenu par des moises XY. J'ajoûterai qu'on a re-

présenté dans la premiere & seconde Figure le tuyau d'aspiration Z, dont les pompes doivent être accompagnées lorsqu'elles ne répondent point immédiatement à la source, comme on l'a supposé dans l'article 1003.

*Les Pompes pour les incendies devroient être faites dans le goût de celles de l'article précédent.*

1147. Il est bon de remarquer en passant, que lorsqu'on veut accoller deux pompes pour les incendies, comme celle qui est représentée sur la treiziéme Planche du Chapitre précédent, il convient, pour les rendre exemptes de défaut, de les faire dans le goût de celles que je viens de décrire, c'est-à-dire, qu'au lieu d'aboutir à une fourche, il faut qu'elles répondent à deux branches unies à un récipient, & n'y employer que des soupapes à bascules, & des pistons comme celui qui est décrit dans l'article 957.

*Explication des nouvelles Pompes pour rectifier celles de la Samaritaine.*

1148. Ayant fait remarquer aussi dans l'article 1055, que les pompes de la Samaritaine avoient le même défaut que celle du Val-Saint-Pierre & du Pont Notre-Dame, j'ai rapporté les Figures 7 & 8, qui montrent la forme qu'il faudroit donner à chaque équipage de cette Machine, pour la rendre capable d'un produit proportionné à la force du courant qui la fait agir. Comme ces Figures sont exprimées si naturellement, qu'il ne faut qu'un coup d'œil pour juger de leur objet, & que l'on trouvera avec le secours de l'échelle le rapport de leurs parties, je ne m'y arrêterai pas davantage.

Ayant insinué dans l'article 317, qu'on ne devoit point commencer une Machine sans avoir fait auparavant un Devis bien circonstancié des dimensions & façons qui convenoient à chaque piece, je vais rapporter pour exemple celui que j'ai remis au Fondeur pour la construction des pompes du Pont Notre-Dame.

## *Devis des nouvelles Pompes pour la rectification de la Machine appliquée au Pont Notre-Dame à Paris.*

### ARTICLE PREMIER.

PLAN. 4. FIG. 1. & 3.

*Corps de Pompe.*

Les corps de pompes refoulans seront au nombre de trois, accollés pour chaque équipage, ce qui fait douze corps de pompes pour les quatre équipages ensemble, lesquels doivent être uniformes dans les dimensions, comme ils sont représentés par l'élévation & le profil d'un de ces équipages.

### II.

*Les desseins ont été den-*

Pour plus d'intelligence, l'on a dessiné en grand les principales parties d'un corps de pompe & du chapiteau qui lui répond,

afin que l'un & l'autre puissent servir de modele au Fondeur, qui n'aura qu'à imiter exactemenr trait pour trait ce qui est exprimé dans le dessein.

nés au Fondeur dans la grandeur naturelle des parties dont on parle ici.

Le diamétre intérieur A B de chaque corps de pompe, sera de 8 pouces, & le diamétre extérieur de 9 pouces 8 lignes, afin que l'épaisseur du métal soit de 10 lignes.

PLAN. 3. FIG. 8.

III.

La hauteur des corps de pompes sera de 32 pouces entre leurs extrémités, celle d'en-bas sera évasée de 8 lignes sur la hauteur de 2 pouces, c'est-à-dire, que pour faciliter l'introduction du piston, l'entrée des corps de pompes aura 8 pouces 8 lignes de diamétre.

IV.

A l'égard du diamétre E F de l'extrémité supérieure qui répond à la sortie de l'eau, il doit être de 10 pouces, afin de former un évasement A E F B sur une hauteur C D de 3 pouces.

Pour tracer cet évasement, on décrira du centre D & de l'intervalle D A les portions de cercle A E & BF.

Le diamétre extérieur H G de la même extrémité, doit être de 13 pouces 8 lignes, afin d'avoir une couronne d'un pouce 10 lignes de largeur, pour la jonction du corps de pompe & de son chapiteau.

V.

La largeur de la saillie H G servant de cordon, sera de 6 lignes sur une épaisseur H O ou G O de 10 lignes, & l'on fera immédiatement après ce cordon un quart de rond P, de 8 lignes de rayon.

VI.

Chaque corps de pompe sera accompagné de quatre brides, (*Fig. 6.*) pour l'unir à son chapiteau. PLAN. 4.

VII.

Chaque corps de pompe sera percé bien droit, parfaitement cylindrique, bien alaisé, & leur surface intérieure aussi polie qu'il se pourra; c'est à quoi le Fondeur aura grande attention, cette partie exigeant d'être achevée avec beaucoup de soin.

VIII.

Les chapiteaux seront figurés intérieurement, comme le re- Chapit. aux.

PLAN. 3. FIG. 8. présente leur profil. Leur grand diamétre I K sera de 11 pouces, pris intérieurement, & le diamétre extérieur de 13 pouces 8 lignes; ainsi la saillie du cordon sera de 6 lignes, & l'épaisseur de ce chapiteau de 10.

IX.

Pour tracer le chapiteau, on prendra sur le diamétre M K les parties I M & M K chacune d'un pouce 6 lignes, on élevera aux points M, N des perpendiculaires indéfinies, on élevera aussi les perpendiculaires I Z, K N de 2 pouces, on menera la parallele Z L à la ligne I K, on la divisera en trois parties égales aux points Q, R, & de ces points comme centre avec les rayons R Z & Q L, on décrira les arcs Z T, L X, qui venant rencontrer les perpendiculaires élevées aux points M, N, détermineront la concavité du chapiteau, dont on aura le collet en donnant aux lignes T V, Z Y 2 pouces 6 lignes.

X.

Chaque chapiteau sera accompagné de quatre brides disposées de maniere à pouvoir se raccorder exactement avec celles des corps de Pompes, pour les unir ensemble par des vis & écrous, comme à l'ordinaire; au surplus, il faut que ces chapiteaux soient bien alaisés, & la surface intérieure adoucie comme celle des corps de pompes.

XI.

L'intervalle du collet d'un chapiteau à celui de l'autre doit être de 4 pouces 8 lignes pris extérieurement; alors selon les mesures précédentes, la distance d'un corps de pompe à l'autre sera aussi de 4 pouces 8 lignes.

XII.

*Récipient.* PLAN. 4. FIG. 3. Les trois chapiteaux qui répondent à chaque équipage seront mis & fondus avec un récipient M N O Q R, destiné pour la communication de l'eau des corps de pompes dans le tuyau montant : ce récipient aura par le bas intérieurement dans sa longueur N R 35 pouces 4 lignes, sur une largeur de 8 pouces prise aussi intérieurement.

XIII.

La hauteur de ce récipient comprise entre O Q & N R, sera de 23 pouces, & son sommet se terminera à un collet O P Q de 8 pouces de diamétre sur une hauteur de 4 pouces, observant que si

l'on pouvoit avoir des tuyaux montans du calibre de 12 pouces, il faudroit donner à ce collet 12 pouces de diamétre au lieu de 8.

Le Fondeur prendra bien garde de faire enforte que le centre de ce collet réponde précifément dans le milieu de l'intervalle qui fe trouve entre le premier & fecond corps de pompe, afin que le fecond tuyau montant n'empêche pas le jeu dés cadres ou chaffis qui portent les piftons.

## XIV.

Pour juger de quelle maniere le récipient & les chapiteaux des corps de pompes doivent être unis enfemble, il faut confiderer les Figures feconde & quatriéme, qui font des profils, dont le premier fait voir que le fond A L B du récipient eft fait en demi-cercle, & le fecond que les faces oppofées du même récipient font réunies par une courbure A B C, formant auffi un demi-cercle de 8 pouces de diamétre. PLAN. 4. FIG. 2. & 4.

## XV.

L'épaiffeur du récipient doit être de 16 lignes & régner uniformément depuis le fommet jufqu'à l'alignement E F du racordement des chapiteaux.

## XVI.

La furface extérieure du récipient fera accompagnée d'un cordon placé dans le milieu de fa hauteur; ce cordon aura une faillie de 2 pouces fur une épaiffeur d'un pouce, raccordé en chanfrein avec la furface du récipient; fon objet eft de foutenir le récipient fur les moifes qui doivent l'embraffer.

## XVII.

Pour faciliter le raccordement du collet du récipient avec le tuyau montant, & faire enforte que ce tuyau foit incliné de maniere à pouvoir paffer dans les ouvertures pratiquées au plancher de la cage de la Machine, on les joindra par un tuyau de fonte incliné, felon le profil qui fera donné au Fondeur; ainfi ce tuyau doit être accompagné de brides à fes deux extrémités pour l'unir avec le collet du récipient, & le tuyau montant.

## *POMPES ASPIRANTES.*

### XVIII.

Les corps de pompes d'aſpiration ſervant à élever l'eau dans les baches auront intérieurement 8 pouces 3 lignes de diamétre ſur 30 pouces de hauteur, & 8 lignes d'épaiſſeur, & on leur fera des rebords pour les ſoutenir dans le fond des baches; ils ſeront alaiſés & conditionnés comme ceux de l'article ſeptiéme.

### XIX.

L'entrée de ces corps de pompes ſera évaſée de 8 lignes ſur 2 pouces de hauteur, comme dans l'article 3, pour faciliter l'introduction du piſton.

### XX.

Ces corps de pompes doivent être placés dans le fond des baches à 4 pouces 10 lignes de diſtance l'un de l'autre, de maniere que leur axe & celui des pompes ſupérieures ſoient dans une même verticale, afin que les uns & les autres ſe répondent parfaitement, obſervant qu'il y ait 21 ou 22 pouces de diſtance, entre les pompes ſupérieures & inférieures, afin que le jeu de leur piſton puiſſe ſe faire librement; ainſi l'on voit que la poſition des pompes ſupérieures doit ſe faire relativement aux inférieures.

### XXI.

L'on ne parle point dans ce Devis de la maniere dont les ſoupapes & piſtons doivent être conditionnés, parce qu'on en remettra des modeles au Fondeur, auſquels il faudra qu'il ſe conforme en tout point, n'étant pas poſſible d'exprimer par écrit la Figure & la diſpoſition d'un grand nombre de petites parties, dont on ne peut avoir l'intelligence ſans le ſecours des reliefs.

### XXII.

Le fondeur ſe conformera exactement à tous les articles du préſent Devis, il prendra garde ſur toute choſe que la Fonte ſoit de bonne matiere, qu'il ne s'y rencontre aucune ſouflure ou gerſure, devant s'attendre que ſon Ouvrage ſera viſité ſcrupuleuſement avant la réception; que ſi l'on y trouve quelque défaut, il ſera tenu de recommencer à ſes frais les pieces qui ne ſeront pas trouvées ſuffiſamment bien conditionnées, ſans qu'il puiſſe prétendre aucun dédommagement, puiſque ce n'eſt qu'à ces conditions que les Ouvrages ci-deſſus mentionnés lui ont été accordés.

Ce

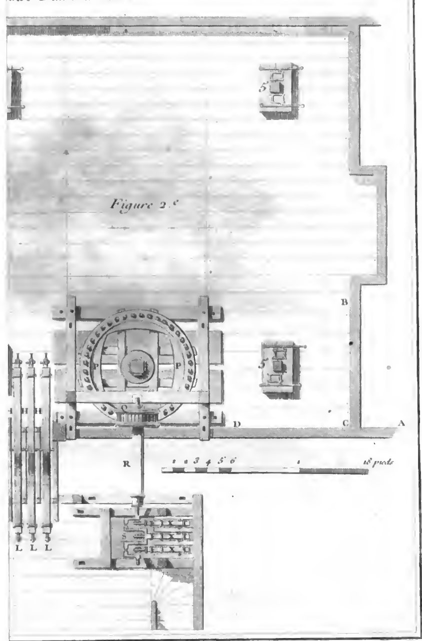
Ce Devis a été exécuté à la lettre de la part de ceux qui sont en possession de travailler pour la Ville, j'ajouterai seulement que les soupapes à bascules, d'un diametre extraordinaire, comme de 9 ou 10 pouces, ne réussissant pas aussi bien que quand ce diametre n'a que 3, 4, 5 ou 6 pouces. Nous n'avons point hesité d'y substituer des clapets à peu près semblables à celui qui est exprimé dans la cinquiéme figure de la quatriéme planche du troisiéme Livre; l'expérience nous a aussi montré dans le cours de ce travail, que les pistons de bois feroient le même effet que ceux de cuivre, lorsqu'on prendroit de justes mesures, pour que les corps de pompes ne fussent point rayées par la tête des clous qui attachent les cuirs, & que le passage de l'eau à travers le piston, fût le plus aisé qu'il est possible. D'ailleurs quand les Ouvriers sont dans l'usage de certaines pratiques, on ne peut gueres se promettre qu'ils en adoptent d'autres, quoique meilleurs, sur tout quand elles intéressent l'entretien d'une machine : c'est pourquoi le parti le plus sage est toujours de concilier l'avantage de l'objet, avec ce qui demande le moins de sujettion de la part des Ouvriers, pour moderer autant qu'il se peut la repugnance qu'ils ont à changer de méthode. Au reste, peu importe de quelle maniere l'on fasse les pistons & soupapes pourvû qu'ils remplissent bien leurs objets, & que l'eau qui refoule les pistons ne rencontre point d'obstacles sensibles, qui absorbent une partie de la puissance motrice.

Ayant eu égard à ces considérations, nous avons eu la satisfaction de voir moyennant une modique dépense, que l'équipage répondant à la roue qui regarde le Quai Pelletier que nous avons rectifié, produit cent pouces d'eau, & continue de les donner, ainsi que nous l'avions promis au Bureau de la Ville, au lieu de 50 qu'il élevoit auparavant, par le seul changement des corps de pompe récipiens qui les couronnent, & tuyaux montans, qui ont parûs si naturels à ceux qui en ont bien entendus la mécanique, qu'elles sont aujourd'hui imitées à Paris, & dans les Provinces; parce que l'on a enfin senti l'avantage qu'il y avoit de faire le passage de l'eau, depuis l'endroit des pistons, jusques aux cuvettes ou reservoirs d'un diametre au moins égal à celui des corps des pompes.

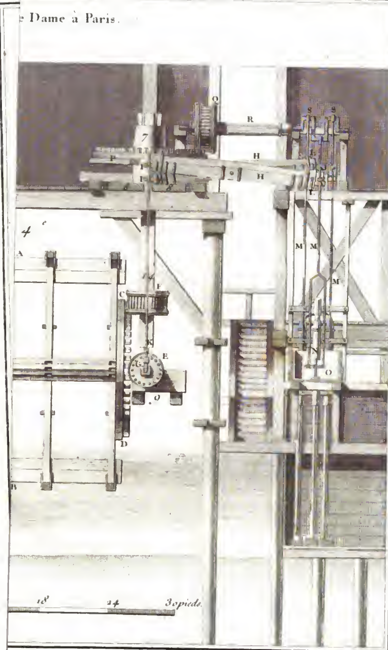
*Fin du troisiéme Livre.*

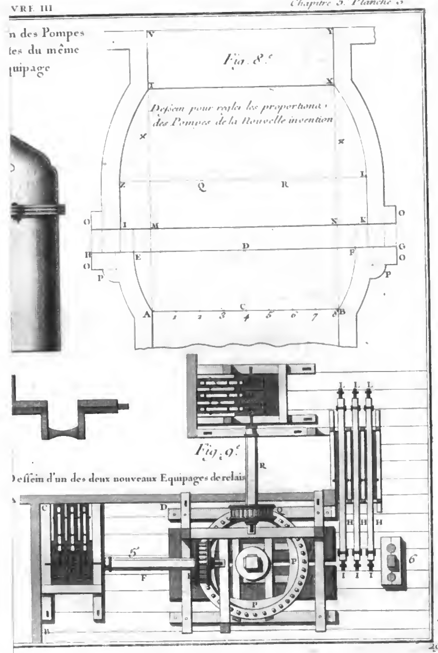


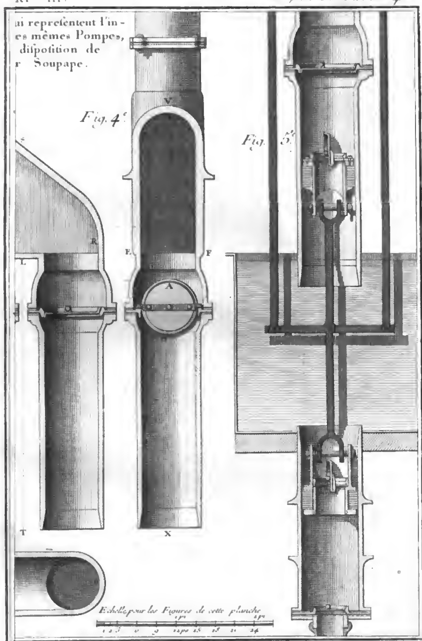
ôtre Dame à Paris

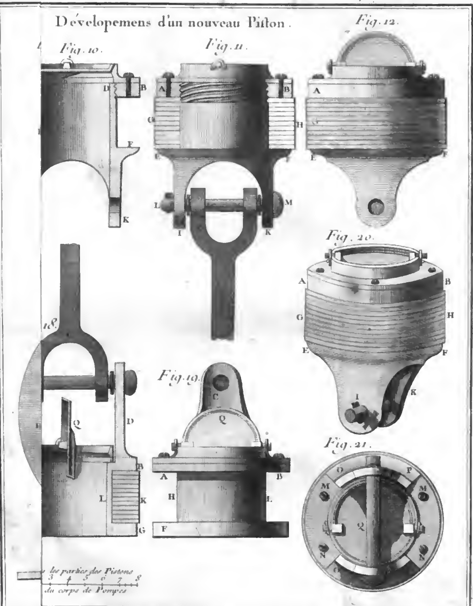


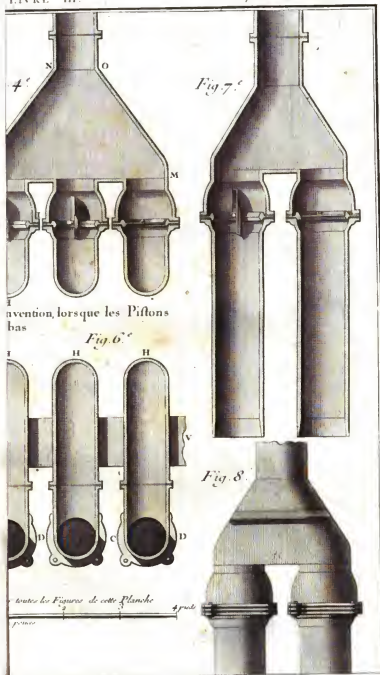
e Dame à Paris.




n des Pompes
tes du même
uipage
Fig. 8.e
Dessein pour regler les proportions des Pompes de la Nouvelle invention
Fig. 9.e
Dessein d'un des deux nouveaux Equipages de relais


ui repreſentent l'in-
es mêmes Pompes,
diſpoſition de
r Soupape.
Fig. 4.e
Fig. 5.e
V
R
L
E
F
A
T
X
Echelle pour les Figures de cette planche


Dévelopemens d'un nouveau Piston.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 20.
Fig. 19.
Fig. 21.
18.
les parties des Pistons
3 4 5 6 7 8
du corps de Pompes


N
O
4.e
Fig. 7.e
M
I
H
nvention, lorsque les Piftons
bas
Fig. 6.e
H
H
H
V
D
C
D
Fig. 8.
toutes les Figures de cette Planche
4 pieds
pouces



# ARCHITECTURE HYDRAULIQUE,

## Ou l'Art de conduire, d'élever & de ménager les Eaux pour les différens besoins de la vie.

## LIVRE QUATRIE'ME,

*Qui comprend la Description de plusieurs nouvelles Machines pour élever l'Eau; la maniere de la conduire & de la distribuer aux Fontaines publiques, de la faire jaillir dans les Jardins de plaisance, & de la conserver dans les Reservoirs & Bassins.*

### CHAPITRE PREMIER.

*Où l'on donne plusieurs moyens pour élever aussi haut que l'on voudra l'Eau d'une chûte, au-dessus de son niveau.*

1149. EPUIS qu'on a eu recours aux eaux de la riviere de Seine, pour augmenter dans Paris le nombre des fontaines publiques, Messieurs les Prevôt des Marchands & Echevins, ont toujours désiré d'en faire monter sur la Place de l'Estrapade, où il n'y en a pas, non plus que dans les environs; mais comme ce quartier est le plus élevé de Paris, son rez-de-chaussée se trouvant superieur au lit

*Discours préliminaire, servant de suite au Projet dévelopé dans le Chapitre précedent.*

de la riviere d'environ 105 pieds, & éloigné de 680 toises; ce projet n'a pas encore été entamé, à cause des difficultés que présentoit l'exécution, & la dépense extraordinaire qu'on estimoit qu'il falloit pour le remplir.

Prévenu que les cuvettes de la machine appliquée au Pont Notre-Dame sont élevées de 81 pieds ( 1128 ) au-dessus du lit de la riviere, l'on sçaura que le rez-de-chaussée de l'Estrapade est d'environ 24 pieds plus élevé que le fond des mêmes cuvettes; par conséquent se trouve superieur de 105 pieds au lit de la riviere; mais comme il faut que l'eau qu'on y veut conduire se décharge dans une cuvette, qui soit au moins de 15 pieds superieure au même rez-de-chaussée, afin de pouvoir ménager un reservoir, & que cette eau qui doit faire plus de 687 toises de chemin, ait environ 16 pieds de *charge*, pour être chassée avec une vitesse convenable, l'on voit qu'il faut d'abord l'élever à 136 pieds au-dessus du lit de la riviere.

Les anciennes pompes de la machine appliquée au Pont Notre-Dame, n'élevant qu'avec beaucoup de peine l'eau à 81 pieds, on n'avoit garde d'entreprendre de la faire monter à 55 pieds plus haut, pour la conduire à l'Estrapade; d'ailleurs, comme le bâtiment au sommet duquel se trouvent ses cuvettes, est porté sur des pilots, & qu'il est formé d'une carcasse de charpente, point assez solide pour pouvoir être autant exhaussé qu'il le faudroit, on n'a pû prendre le parti qui semble le plus naturel pour élever l'eau à l'Estrapade; & voilà les principales causes qui ont fait penser Messieurs de la Ville à la construction d'une nouvelle machine.

Depuis dix ans, ces obstacles n'ont fait qu'irriter l'émulation d'un grand nombre de Machinistes, qui se sont rendus à Paris de toutes les Provinces du Royaume, & même des Pays Etrangers, sçachant que M. Turgot avoit ce dessein plus à cœur qu'aucun de ses prédecesseurs; mais ce grand Magistrat, peu satisfait des productions des uns, effrayé des conditions que les autres exigeoient, a toujours différé de se déterminer sur un projet de cette importance.

Dans le mois d'Août de l'année 1737, deux Etrangers associés ont proposé à Messieurs de la Ville, de construire une machine mûe par l'action du feu, pour élever une certaine quantité d'eau sur la Place de l'Estrapade, moyennant ces conditions; qu'on leur donneroit neuf cens mille livres pour la construction de la machine, deux cens mille d'honoraire, & qu'ils en auroient la direction, avec cinquante mille francs pour son entretien annuel;

ainsi il s'agissoit d'un fond de deux millions cent mille livres.

*Novelle Machine imaginée par l'Auteur en cherchant la maniere de faire monter l'eau à l'Estrapade.*

Ce fut après ces belles propositions dont j'ai été témoin que je démontrai à Messieurs de la Ville, que moyennant dix-sept ou dix-huit mille livres, on pouvoit rendre la machine du Pont Notre-Dame capable de fournir 100 pouces d'eau de plus qu'elle n'en produit ordinairement, & que je ne désesperois pas avec une dépense modique, de faire passer une partie de cette eau à l'Estrapade, ce qui aura peu-être son exécution quelque jour; mais il faudroit d'abord renouveller les tuyaux de conduite, qui partent de la pompe, pour se rendre aux premieres fontaines de chaque quartier; afin d'en substituer d'un diametre plus fort; attendu que ceux qui sont en place, ne peuvent actuellement recevoir toute l'eau que les pompes élevent. Or comme le projet dont je parle, demanderoit encore la rectification des pompes de la seconde roue avec des modifications relatives à mes vûes, il me suffit présentement d'en faire mention, & je m'expliquerai, à ne laisser aucun doute, lorsque le zéle de Messieurs de Ville pour le bien public repondra au mien. Ayant travaillé sérieusement à y parvenir, j'ai trouvé différens moyens, parmi lesquels il y en a un des plus simples; cependant mes réflexions sur ce sujet m'ayant fait naître l'idée d'une machine pour élever aussi haut que l'on voudra, l'eau d'une chute au-dessus de son niveau, j'ai crû ne devoir point hésiter d'en faire part au public, pouvant devenir fort utile dans un grand nombre d'occasions.

Cette machine peut passer pour une des plus nouvelles & des plus singulieres; ce n'est pas qu'on n'ait pensé avant moi à se servir d'une chute, pour faire qu'une partie de l'eau éleve l'autre au-dessus de son niveau, comme nous ferons voir que l'ont exécutés, à Paris M. Francini dans le Jardin de l'ancienne Bibliotéque du Roy, par le moyen d'un certain chapelet; M. Bucket en Angleterre avec deux sceaux, qui en montant & en descendant, deviennent alternativement plus pesant l'un que l'autre; & en dernier lieu, Messieurs de la Dueille & Denisard* d'une maniere fort ingénieuse, qui leur a fait beaucoup d'honneur parmi les habiles Gens, mais qui n'a rien de commun avec celle que je vais développer, qui méritera peut-être l'attention des curieux, à cause de sa simplicité, & de la justesse qui regne dans toutes ses parties, dont les dimensions sont déterminées selon les regles les plus exactes.

** M. Denisard est le même Ecclésiastique que nous avons nommé Gosset dans les articles 673, 960.*

*Remarque sur l'action d'une chute.*

1150. Je crois qu'il convient de faire remarquer en passant, qu'une chute d'eau occasionnée par des éclufes, digues, batardeaux, tuyaux descendans, &c. ne renferme rien qui ne soit com-

*l'eau appliquée à une Machine.*

mun à l'action de tous les courans, puisqu'un courant naturel peut lui-même être supposé provenir d'une chute, dont on détermine la hauteur en connoissant sa vitesse propre, comme nous l'avons insinué dans l'article 601. En effet, pourvû que l'eau qui doit faire agir une machine, ait une certaine vitesse, pour être capable d'en imprimer par son impulsion, il est fort indifférent de quelle part elle l'a acquise; ainsi il est essentiel de faire attention que lorsqu'on se sert d'un tuyau descendant, ce n'est point par la hauteur de la chute qu'il forme, qu'on doit juger de celle où l'eau peut être élevée à l'aide d'une machine, mais bien par la vitesse *respective* de l'eau de la chute, comme nous l'avons insinué dans les articles 899, 900, & comme on en jugera encore par l'exemple raporté dans l'article 1169. D'habiles gens, faute d'avoir eu cette attention, se sont mépris en voulant calculer les machines, dans le goût de celles qui vont faire l'objet de ce Chapitre, ayant comptés sur la poussée absolue de l'eau de la chute, au lieu qu'ils n'auroient dû avoir égard qu'à une poussée relative.

*Quand on a une source à mi-côte ou vers le pied d'une Montagne; on peut moyennant cette Machine faire monter au sommet une partie des eaux de la Source.*

1151. Pour exposer les deux principaux cas où l'on peut employer la machine que je viens d'annoncer, je suppose, comme cela se rencontre assez fréquemment, que l'on a une maison de campagne située sur une éminence, à portée de laquelle est une source beaucoup plus basse, mais cependant superieure de dix ou douze pieds au niveau du terrein par lequel elle se décharge; alors on pourra avec notre machine, sans le secours d'aucun moteur étranger, faire monter continuellement une partie des eaux de cette source pour les besoins de la maison, & si elle est assez abondante, employer le superflus à la décoration du Jardin.

*La même Machine peut aussi servir dans une Ville, à faire monter l'eau aux quartiers, dont le rez-de-chaussée seroit plus élevé que la Source qui fournit aux Fontaines publiques.*

1152. Je suppose en second lieu que l'on a conduit dans une Ville les eaux d'une ou plusieurs sources des environs, qui viennent se rassembler dans un château d'eau, ou que provenant d'une riviere, une machine les a forcées à se rendre dans le même endroit, d'où elles ne peuvent être distribuées qu'à un certain nombre de fontaines placées dans différens quartiers, & qu'il s'en rencontre un beaucoup plus élevé que la source principale, où l'on voudroit aussi en faire monter; alors si l'eau de la premiere cuvette se trouve élevée de onze ou douze pieds de plus qu'il ne faut, pour être conduite naturellement dans celles des fontaines que cette premiere doit entretenir, l'on pourra avec le secours de la même machine, faire que l'eau destinée à ces fontaines n'aille s'y rendre, qu'après en avoir fait monter au quartier le plus élevé; par ce moyen toute l'eau sera employée utilement sans qu'il y en ait de perdue.

*L'on peut se servir des eaux d'une Fontaine particuliere pour en faire monter dans un quartier superieur à cette Fontaine.*

1153. Si le quartier le plus éminent se trouvoit fort éloigné du château d'eau, & qu'il y eut dans le voisinage une fontaine dont la cuvette fut assez élevée pour ménager une chute de 10 ou 11 pieds; l'on pourra encore, pour évitet de multiplier les tuyaux, conduire à cette fontaine beaucoup plus d'eau qu'elle n'en doit dépenser, pour qu'une partie ayant fait monter l'autre au quartier où il en manque, ce qui reste après avoir fait jouer la machine, serve à entretenir cette fontaine, & même plusieurs autres placées dans des quartiers plus bas.

*Idée générale de cette Machine appliquée au cas précédent.*

PLAN. I. FIG. 3.

1154. Ce que je viens d'insinuer deviendra plus sensible en concevant, 1°. que le tuyau qui part de la premiere cuvette, après avoir été conduit sous le pavé, vient se rendre dans la cage de la fontaine la plus voisine du quartier éminent, où il est relevé verticalement, comme le represénte sa partie superieure AB, pour se déchargеt dans la cuvette C, au fond de laquelle est un tuyau de chute CD de 10 ou 11 pieds de hauteur, toujours rempli d'eau, malgré la dépense qui s'en fait au pied. 2°. Que l'eau à la sortie du tuyau de chute CD, se distribue en deux parties inégales, dont la moindre passe par le tuyau de communication HG pour être refoulée dans le tuyau montant GL, qui se décharge dans la cuvette M, superieure au quartier éminent. 3°. Que cette eau descend ensuite par le tuyau MN pour être conduite dans l'autre NQ, qui régnant sous le pavé, la fait remonter à la fontaine de ce quartier.

*L'eau des cuvettes du Pont Notre-Dame étant conduite à la Fontaine S. Benoît, une partie peut de-là être relevée sur l'Estrapade par l'action de la même Machine.*

1155. Pour bien juger de l'action de l'autre partie de l'eau, il faut être prévenu que l'espace FE comprend la machine dont il s'agit, composée de deux corps de pompe FP & OD, situés horisontalement, ayant un double piston; que le premier corps de pompe FP d'un diametre plus petit que l'autre, fait monter l'eau de la communication HG dans le tuyau FL, que le second reçoit par intervalle l'autre partie de l'eau qui fait monter la premiere en poussant le piston en avant, & qu'ensuite par le jeu d'un robinet elle se décharge dans la cuvette I, qui représente celle de distribution de la fontaine où est logée la machine.

Ceux qui m'auront bien entendu, & qui connoîtront par de bons nivellemens, tels que ceux qu'on a fait, la situation de la place de l'Estrapade par raport à la fontaine S. Benoît, & au rez-de-chaussée du Faubourg S. Germain, conviendront que cette maniere de faire manœuvrer l'eau, peut être mise en usage à Paris avec beaucoup de succès; cependant comme je l'ai déja dit, il y a un autre moyen plus simple encore de faire monter tout d'une traite l'eau de la riviere à l'Estrapade, sans être obligé de construire une nouvelle machine.

## *Description & Analyse d'une nouvelle Machine pour élever l'Eau d'une chute au-dessus de sa source.*

*Explication des principales parties de cette Machine.*

PLAN. 1.

FIG. 4. 5. & 6.

1156. Un peu d'intelligence du dessein fera juger aisément de la machine que je vais décrire par ses développemens, dont la relation est marquée avec des lettres semblables; on y verra que les tuyaux ABCD, EFGH représentent le petit & le gros corps de pompe dont j'ai parlé dans l'article 1155, & qu'ils sont liés ensemble par une *créche* ou tuyau de jonction IKEG, échancré sur l'étendue LMNO, pour faciliter le mouvement d'un *essieu* PQ, qui enfile les *tiges* des pistons R & S, dont le jeu horisontal est limité par les *termes* ML, NO, contre lesquels vient s'apuyer l'essieu.

La lettre T accompagne le tuyau de chute, désigné par CD dans la troisiéme figure (1154) ayant deux *rameaux* retournés à angle droit, dont le premier TY répond au tuyau de *communication* YV, qui conduit l'eau dans le petit corps de pompe, & le second TZ est uni à un *robinet* qui l'introduit dans le gros.

*Idée générale d'un nouveau robinet, d'où dépend le jeu de cette Machine.*

1157. Le logement de ce robinet que je nomme *Tribranche*, est composé d'un *Barillet abc* (Fig. 1.) ayant trois branches évasées *dfe igk*, *lhm*: la premiere est unie au corps de pompe; la seconde que je nomme branche d'*impulsion* sert à introduire l'eau qui doit donner *la chasse* au piston; la troisiéme à faciliter la fuite de la même eau pour la conduire dans la cuvette de décharge.

Le barillet comprend un *robinet* percé à retour d'équerre *gof*; (Fig. 6.) dont le mouvement agit en deux tems séparés, dans chacun desquels il fait un *quart de revolution* alternativement à droite & à gauche, c'est-à-dire, que l'orifice *g* prend la place de l'orifice *f*, alors ce dernier venant répondre à l'orifice *h* de la branche *de fuite*, (Fig. 1.) l'eau qui étoit entrée dans le gros corps de pompe a la liberté d'en fortir, sans pouvoir être remplacée tant que le robinet reste dans cette situation, l'orifice d'impulsion étant fermé par la masse P du robinet.

FIG. 1. & 6.

*Développement des parties du même robinet.*

PLAN. 2.

1158. La premiere figure de la planche seconde, représente le plan du tribranche, détaché des pieces qui doivent y être contenues; la seconde est un profil coupé sur la longueur des branches de fuite & d'impulsion, dont la relation des parties se trouve marquée par les mêmes lettres, qu'il convient de suivre avec un peu d'attention; la troisiéme est un second profil coupé sur l'alignement de la branche du piston, & la quatriéme représente l'élévation du tribranche vûe par derriere; cette figure, de même que

la

la seconde, montrent que pour empêcher que l'eau ne se perde par le fond du barillet, on y a adapté un culot attaché par des vis.

Comme il eut été très-difficile d'alaiser assez proprement le barillet pour y placer le robinet, de maniere qu'il ferme exactement les orifices de fuite & d'impulsion, nous avons crû que pour plus de facilité, il convenoit de le loger dans un boisseau particulier, ayant la forme d'un gobelet pour l'emboeter dans le barillet; c'est le plan de ce boisseau que représente la cinquiéme figure, où l'on voit que sa surface doit être percée aux endroits C, F, B, suivant le contour des orifices du barillet. La figure septiéme en est le profil, coupé sur l'allignement FI de son plan, où l'on remarquera que le fond NP est un peu convexe, pour que la base du robinet ne le touche point, devant tourner sur un pivot, dont la crapaudine est représentée à l'endroit O. On remarquera encore que pour empêcher le boisseau de vaciller, son bord est accompagné de deux oreilles *a*, *b*, qui doivent être encastrées dans des entailles CD, (Fig. 2, 3, 4.) pratiquées dans le rebord superieur du barillet; quant à la forme exterieure du boisseau, on en jugera par la huitiéme figure.

A l'égard du robinet, son plan est représenté par la sixiéme figure, son profil par la neuviéme figure, & son élevation par la dixiéme, où l'on distingue son pivot S, & son axe T, qui joue dans l'œil d'un chapiteau VXY, (Fig. 12, 13.) servant de couvercle au barillet, distinctement exprimé, aussi-bien que le fond dans la figure onziéme, qui représente une élevation exterieure du tribranche vûe en face de l'orifice de fuite.

N'y ayant point de frottement sensible où il n'y a point de pression, il est aisé de concevoir que quoique le robinet soit de même calibre que son boisseau, sa surface ne causera qu'une foible résistance, puisqu'il doit tourner sur un pivot, & qu'il n'appuye qu'à l'endroit de son axe L contre le bord de l'œil du chapiteau, où il soutient la poussée de l'eau de la chute.

1159. Pour expliquer ce qui appartient au petit corps de pompe, l'on sçaura qu'il est lié au rameau *qr* d'un tuyau vertical *z*, évasé par ses extrêmités *f*, *t*, (Fig. 3. 4.) pour faciliter le jeu des soupapes *à bascule* qui s'y trouvent placées, (1133) que ce tuyau répond par le haut au tuyau montant *u*, désigné dans la troisiéme figure par les lettres FL, & en bas est accordé au coude *x*, qui l'unit avec la communication VY. *Explication de ce qui appartient au petit corps de pompe.*

1160. L'on aura une juste idée des pistons de cette machine, en considérant que la *tige* AB du petit, & l'autre CD du gros, sont *Développement des*

*pistons de cette Machine.* deux *canons* de fonte entés l'un dans l'autre, entretenus par l'essieu I, (1156) de sorte qu'en ôtant cet essieu, l'on peut en faisant couler le petit canon dans le gros, racourcir l'intervalle AD, soit pour introduire les pistons dans leur corps de pompe, ou les en retirer.

PLAN. 2. FIG. 14. A l'extrêmité de chacune de ces tiges est un petit cylindre E, dont le bout est fait en *vis*, pour retenir à l'aide d'un *écrou* le piston, auquel ce petit cylindre sert de *noyau*; observant que ce noyau que l'on suppose creux, doit être fondu avec sa tige, comme on en jugera par le bout de profil F qui en fait voir l'interieur.

Le corps de chaque piston est composé d'une virolle A fondue avec un espece de collet D; cette virolle dont l'extrêmité est tournée en vis, doit enfiler plusieurs rondelles de cuir soutenues par un anneau B, qui les serre étroitement par le moyen d'un écrou G & de la vis qui est au bout de la virolle (957). Les figures 16, 23 représentent la réunion des pieces des pistons, dont chacun doit être enfilé par le noyau E, & arrêté avec l'écrou de la vis qui est au bout, comme on le voit distinctement exprimé par les figures 17, 24, qui marquent le profil de ces pistons & celui d'un bout de leurs tiges; considérant aussi la figure 25, l'on y reconnoîtra ces tiges dans toute leur longueur, vûes en partie dehors & dedans.

*Le frottement de ces pistons est soulagé par des roulettes qui en facilitent le mouvement* 1161. Pour empêcher que la pesanteur des pistons ne contribue à faire user les rondelles de cuir plus promptement vers le bas qu'ailleurs, nous avons crû que pour en soulager le frottement, il convenoit de soutenir les tiges par deux roulettes; celle qui répond au gros piston est représentée en profil & en face par les figures 18, 19, qui montrent que la tige est embrassée d'une écharpe de fer ABCDE, l'un & l'autre liés ensemble par une broche quarrée GH, & que cette écharpe est traversée par le boulon qui sert d'essieu à la roulette F.

PLAN. 2. FIG. 18. & 19.

A l'égard de l'autre roulette G, les figures 20 & 21 font voir qu'il a fallu la loger en partie dans le canon ABC, qui sert de tige au petit piston; c'est pourquoi on l'a échancré en dessous, & disposé le métal de façon à pouvoir servir de pallier au boulon DE; au reste l'on suppose que ces pistons sont frottés avec une graisse composée de vieux oing & d'huile d'olive pour en adoucir le frottement.

*Explication du jeu de cette Machine.* 1162. L'on entendra le jeu de cette machine en considérant, 1°. que l'eau du tuyau de chute CD ayant la liberté de couler dans la communication HG, montera d'elle-même dans le tuyau GL jusqu'au point K, où elle se mettra de niveau avec celle de la cu-

vette C, parce que les foupapes *t* & *f* ( *Fig.* 5. ) étant pouffées par le deffous, la force de l'eau les ouvrira pour fe faire un paffage. 2°. Qu'elle ne peut monter fans entrer auparavant dans le petit corps de Pompe, & fans pouffer le pifton R vers BD, par conféquent l'autre S vers le robinet qui eft fupofé dans la fituation que repréfente la premiere figure, afin que l'orifice d'impulfion (*g*) étant fermé, & celui de fuite (*h*) ouvert, l'eau ou l'air qui feroit dans le gros corps de Pompe puiffe s'évacuer. 3°. Que quand le pifton S fera parvenu à l'entrée FH de fon corps de Pompe, le robinet faifant fubitement un quart de révolution, pour ouvrir l'orifice d'impulfion (*g*) & fermer celui de fuite (*h*), l'eau de la chute pouffera ce pifton en avant; car fi l'on fuppofe fon cercle fextuple de celui du petit, il y aura fix colonnes d'eau égales à KF ( *Fig.* 3. ) qui agiront enfemble contre cette derniere, qui fera chaffée vers N par l'eau que comprend le petit corps de Pompe, après qu'elle aura fermé la foupape *t* ( *Fig.* 5. ) & ouvert l'autre *f*. 4°. Comme dans le moment que l'effieu PQ fera parvenu contre le terme ML, le robinet doit faire un quart de révolution d'un fens oppofé au précédent, pour fermer l'orifice d'impulfion, & ouvrir celui de fuite; l'eau que renfermera le gros corps de Pompe ayant la liberté de s'écouler, ceffera d'agir contre le pifton S, & dans cet inftant celle qui fera montée n'étant plus pouffée de bas en haut, fermera la foupape *f*, alors l'eau de la communication YV chaffée par celle de la chute pour remonter au même niveau, ouvrira comme en premier lieu la foupape r, pouffera encore le pifton R vers BD, tandis que l'autre S précipitera la fuite de l'eau qui lui avoit donné la chaffe, jufqu'au moment où l'effieu PQ étant arrivé au terme NO, le robinet fera un nouveau quart de révolution, pour fermer l'orifice de fuite, & ouvrir celui d'impulfion: ce qui donnera lieu à la chute de pouffer de nouveau le gros pifton, qui refoulera encore l'eau du petit corps de Pompe comme auparavant, en fermant la foupape *t* & ouvrant l'autre *f*, & contraindra la colomne que cette derniere foutenoit de monter vers S. *Fig.* 3. Ainfi l'on voit que le jeu alternatif du robinet fera monter l'eau jufques dans la cuvette M, pourvû *que le produit du cercle du petit pifton & de la hauteur de la colonne FL, foit moindre que le produit du cercle du gros pifton, par la hauteur de la chute CD.* Il refte à faire voir de quelle maniere le robinet agit, pour que fon mouvement foit tellement d'accord avec celui du pifton, que l'une dépende immédiatement de l'autre.

PLAN. 1. FIG. 3. & 5.

PLAN. 1. FIG. 1. 5. & 6.

FIG. 5. & 6.

1163. Je nomme *Regulateur* l'affemblage de plufieurs pieces de

*Defcription du Regula-*

*teur qui donne le mouvement au robinet.* fer qui concourent ensemble à ouvrir & fermer alternativement les orifices d'impulsion & de fuite. Pour en bien entendre le Méchanisme, il faut non-seulement suivre avec attention les dévelopemens exprimés sur la planche troisiéme, mais rechercher encore sur la quatriéme les parties dont je ferai mention, qu'on trouvera rassemblées en perspective, & désignées par les mêmes lettres.

Les corps de Pompes qui entrent dans la composition de la machine, ne pouvant avoir lieu sans être encastrés dans de bons madriers, l'on jugera du premier coup d'œil de la disposition qui leur convient, en considérant la planche quatriéme, dont le profil est représenté par la troisiéme figure de la planche troisiéme.

A ces madriers sont attachés deux *poteaux* soutenans un *essieu* de fer CD, (*Fig.* 2. 3.) relatif à quatre pieces : la principale OVHI (*Fig.* 1.) que je nomme *Balancier*, est enfilée quarrément par l'essieu D, afin qu'il ne puisse se mouvoir qu'avec lui ; ce balancier est composé d'une équerre de fer IKGH, dont les branches GH, KI sont nommées *Griffes*, & d'une *tige* VO, ayant à son extrêmité un poids O de 9 à 10 ℔. *PLAN. 3. & 4.*

La seconde piece est un *etrier* QRST (*Fig.* 2. 3.) enfilé par l'essieu, de maniere à pouvoir jouer librement autour, l'essieu se trouvant arrondi à l'endroit des anneaux Q, T.

La troisiéme & la quatriéme piéce sont deux verges de fer EA & Ff, enfilées quarrément par le même essieu, pour qu'elles ne puissent se mouvoir qu'avec lui; elles sont *paralleles aux griffes du balancier*, & disposées du même sens, par conséquent formeroient un angle droit, si elles étoient réunies dans un même plan vertical.

L'étrier est traversé par deux boulons L & M, dont le second enfile les branches YZ d'une fourche de fer, qui compose avec sa queue ZNP une piece que j'appelle *chasse*, qui joue librement autour de son boulon ; l'extrémité *tu* de cette chasse (*Fig.* 1. 2.) faite en *Bec de canne*, dirige la clef *ll* du robinet, par le moyen d'un boulon *h*, & pour que cette clef ne fatigue point, elle est soutenue par une barre *mn*, sur laquelle elle glisse sans pouvoir s'échaper, étant maintenue par une *susbande* O. *PLAN. 3. FIG. 1. 2. & 3.*

*De quelle maniere les pistons font jouer le régulateur.* 1164. Pour entendre le jeu du Régulateur, l'on prendra garde que l'essieu X (*Fig.* 1. 3.) qui traverse les tiges des pistons, est commun à deux roulettes A, B, qui poussent alternativement devant elles une des verges qui leur est opposée ; que cette verge fait mouvoir l'essieu CD, par conséquent le balancier HIVO, mais non pas l'étrier qui reste immobile jusqu'au moment où l'action du poids O le fait changer de situation.

Suppofant que l'étrier foit difpofé comme le repréfente un de fes cotés QR, (*Fig.* 1.) & que l'orifice d'impulfion foit ouvert, pour que l'eau puiffe chaffer le gros pifton en avant, la roulette A pouffant la verge E A fera monter le poids *o* de la gauche à la droite, & quand il fera parvenu au point E, le poids ayant paffé la verticale & fe trouvant abandonné à lui-même, tombera fubitement, alors la griffe GH rencontrant en chemin le boulon L, forcera l'étrier de paffer de la droite QR à la gauche *qr*, & fera cheminer la chaffe ZNP en arriere, qui contraindra la clef du robinet à paffer de *fl* en *xr*; ainfi un moment après que l'effieu X fera parvenu à la limite gauche, l'échapement du poids fermera l'orifice d'impulfion, & ouvrira celui de fuite.

La verge F*f* qui aura fait le même mouvement que le balancier, puifqu'elle eft parallele à la griffe GH, (1163) étant venu joindre la roulette B, fera pouffée en avant, de la maniere que l'a été la précédente, parce que l'orifice de fuite étant ouvert, le petit pifton fera chaffé en arriere, & le poids *o* relevé pour paffer de la droite à la gauche; & lorfqu'il fe trouvera un peu au-de-là de la verticale, la griffe IK qui fera defcendue pour reprendre fa premiere fituation rencontrant le boulon L, fera cheminer l'étrier de *qr* en QR, lequel pouffant la chaffe en avant, la clef *xr* du robinet repaffera en *fl*, fermera l'orifice de fuite, & ouvrira celui d'impulfion, qui donnera lieu à l'eau de chaffer de nouveau le gros pifton qui fera faire au Régulateur fa premiere manœuvre. PLAN. 3. & 4. FIG. 1. & 2.

1165. L'axe CD doit être placé au deffus du milieu de la crêche, de maniere que les trois points *a*, D, A (*Fig.* 1.) forment dans un même plan un triangle équilateral, dont la bafe *a*A foit égale au chemin des roulettes entre les points où elles touchent les verges EA, F*f*, lorfqu'elles font parvenues aux *termes* qui marquent le jeu du pifton, afin que la diftance du centre de l'effieu D au centre du boulon M, foit égale au chemin M*m* ou *hi* (Fig. 2.) des boulons M, *h*. *Preuve de l'exactitude du mouvement du Regulateur.*

Il eft bon de remarquer que l'arc que décrira le boulon M par fon mouvement de M en F, & de F en *m*, fera de 30 dégrés, & que quand la tige VO du balancier fe trouvera confondue avec la verticale EF, l'angle droit que forment les griffes fera divifé en deux également, d'où il fuit que l'angle FDH fe trouvant alors de 45 dégrés, le poids ayant paffé la verticale, décrira un arc de 15 dégrés en tombant, avant que la griffe GH vienne rencontrer le boulon L, & acquerera par fa chute plus de force qu'il n'en faut pour chaffer l'étrier, d'autant plus que l'impreffion dont cette

griffe sera capable, est au moins triple de celle que feroit le poids, s'il rencontroit immédiatement un corps après avoir décrit un arc de 15 dégrés, le bras de levier DO étant plus que triple du bras de levier DH, par lequel la griffe agit; il en sera de même lorsque le poids venant à tomber sur la gauche de la verticale, la griffe *hi* chassera l'étrier *l* en avant. J'ajoûterai que pour limiter le chemin du poids, indépendamment des roulettes, l'on pourra, s'il est nécessaire, le soutenir avec une *corroye*, dont les extrémités répondant à deux *rouleaux b*, on aura la facilité de donner à cette corroye l'étendue la plus convenable, & que l'on a pratiqué un canal *d* (*Fig.* 3.) sous chaque roulette dans les madriers, qui soutiennent les corps de Pompes, afin que les verges que poussent les roulettes puissent agir librement.

*L'action du Regulateur fera faire exactement au robinet deux quarts de révolution opposés.*

PLAN. 3. FIG. 1. & 2.

1166. Pour montrer que l'action du Regulateur fera faire exactement en avant & en arriere un quart de révolution au robinet, il faut être prévenu que le milieu *e* de son axe est éloigné du centre du boulon *h*, d'une distance égale au côté du quarré dont l'intervalle MD ou *m*M=*th* feroit la diagonale; que par conséquent le triangle *ieh* formé par les deux situations extrêmes de la clef, est rectangle; aussi ai-je donné 10 pouces de distance entre le centre de l'axe D & celui du boulon M, & 7 seulement à l'intervalle *eh*, (*Fig.* 2.) afin que le rapport de ces deux nombres se trouvât à peu près le même que celui du côté d'un quarré à sa diagonale.

Comme le boulon *h* (*Fig.* 2. 5.) ne peut parvenir de *h* en *j*, sans que l'intervalle *eh* ne se réduise à la perpendiculaire *ef* qui se trouve à peu près de 2 pouces plus petite que *eh*, il faut pour que le boulon *h* ne soit point gêné, qu'il joue dans une ellipse *g*, (*Fig.* 4.) dont le grand axe soit de 2 pouces.

*Les dimensions de cette Machine dépendent de cinq choses principales.*

1167. Nous n'avons rien dit jusqu'ici des dimensions qui pouvoient convenir au corps de Pompe, pistons & robinets de cette machine, parce qu'elles ne peuvent être déterminées que relativement à cinq choses principales. La premiere à la hauteur de la chute; la seconde à la dépense de l'eau dont on peut disposer; la troisiéme à la hauteur où on veut l'élever; la quatriéme à la vitesse qu'il convient de donner aux pistons, pour que le mouvement n'en soit ni trop lent ni trop précipité; & la cinquiéme, aux obstacles qui se rencontrent dans le jeu de la machine, indépendamment de la résistance de la colonne d'eau qu'elle doit surmonter; il s'agit donc d'opérer en conséquence.

*Quelles sont les me-*

1168 Pour rendre intéressant le calcul de cette machine, nous le ferons relativement à l'exemple rapporté dans l'article 1153, en

ſuppoſant 1°. que la chute CD eſt de 10 pieds. 2°. Que le tuyau AB décharge 30 pouces d'eau dans la cuvette *c*, qui eſt la dépenſe qui ſe fera par le pied de la chute. 3°. Que la hauteur FL du tuyau qui élevera l'eau dans la cuvette M doit être de 50 pieds. 4°. Que le jeu des piſtons ſera de 30 pouces, & qu'ils feront un pied de chemin par ſeconde, qui eſt la viteſſe qui leur convient, pour que le mouvement de la machine ſoit bien reglé. 5°. Qu'on a eſtimé la réſiſtance cauſée par la relevée du poids du Régulateur & le frottement des piſtons, équivalente à une colonne d'eau de 10 pieds de hauteur, ayant pour baſe le cercle du petit piſton; ainſi dans le calcul de cette machine, il faudra agir comme ſi le tuyau montant FL avoit 60 pieds au lieu de 50.

*ſures que l'on doit ſuivre pour conſtruire cette Machine dans le cas où l'on voudroit faire monter l'eau d'une Fontaine, dans une cuvette beaucoup plus élevée que la ſienne.*

PLAN. 1. FIG. 3.

1169. La chute étant de 10 pieds, on trouvera que la viteſſe entiere de l'eau à ſon entrée dans le gros corps de Pompe, feroit un peu plus de 24 pieds par ſeconde, ſi elle ne rencontroit point d'oppoſition; mais comme elle doit agir ſur un piſton, dont la viteſſe uniforme n'eſt que d'un pied par ſeconde, la viteſſe reſpective de l'eau ſera donc de 23 pieds. (899) Ainſi le rapport de la viteſſe *reſpective à la viteſſe entiere*, ſera exprimée par $\frac{23}{24}$, dont le quarré donne $\frac{529}{576}$, ou à peu près $\frac{11}{12}$ pour le rapport de la force *relative* à la force *abſolue*, c'eſt-à-dire, que le gros piſton ne ſera pouſſé qu'avec *les onze-douzièmes de la force entiere de l'eau*; ainſi dans les calculs ſuivans, *il faudra réduire la hauteur de la chute, en multipliant par $\frac{11}{12}$ pour n'avoir égard qu'à la pouſſée effective de l'eau, ſans ſe mettre en peine de ſa viteſſe.*

*Le gros piſton de cette Machine n'eſt pouſſé par l'eau de la chute qu'avec une force relative.*

1170. Comme dans l'état d'équilibre *les ſuperficies des cercles du gros & du petit piſton doivent être dans la raiſon réciproque des hauteurs des colonnes d'eau auſquelles elles ſervent de baſes*, l'on aura le rapport de ces cercles, en multipliant le premier par la hauteur de la chute réduite, & en diviſant le produit par la hauteur où on veut élever l'eau; par conſéquent ſi l'on prend *l'unité* pour la ſuperficie du cercle du gros piſton, on trouvera ce rapport *en diviſant la chute réduite par la hauteur où on veut élever l'eau; alors cette hauteur exprimera la ſuperficie du gros piſton, & la chute réduite celle du petit.*

*Les cercles du gros & du petit piſton doivent être dans la raiſon réciproque de la chute réduite & de la hauteur où on veut élever l'eau.*

1171. Les deux piſtons ayant la même viteſſe, il ſuit de l'article précédent, *que la quantité d'eau qui ſortira par l'orifice de fuite, ſera à celle qui montera, dans la raiſon réciproque de la hauteur où on veut élever l'eau à la hauteur de la chute réduite.*

*La quantité d'eau qui montera, eſt à celle qui pouſſe le gros piſton réciproquement comme la hauteur où on veut élever l'eau eſt à celle de la chute réduite.*

1172. Comme la quantité d'eau qui ſortira par l'orifice de fuite, jointe à celle qui montera, ſera égale à la dépenſe totale; *il ſuit encore que cette dépenſe ſera à la quantité d'eau qui montera, comme la*

*Raport de*

*la dépense totale de la Source à la quantité d'eau qui montera.*

*hauteur où elle sera élevée plus celle de la chute réduite, est à la hauteur de la même chute réduite.*

*Le diamétre du gros piston étant donné, trouver celui du petit.*

1173. Après avoir établi les regles précédentes, j'ai réflechi mûrement sur la mesure qu'il convenoit de donner au diamétre du gros piston, relativemenr à son jeu & à la dépense de la Source, & j'ai trouvé qu'en le faisant de 10 pouces, il produiroit un bon effet; ainsi multipliant son quarré par la hauteut réduite de la chute (1169) c'est-à-dire, par $10 \times \frac{11}{12}$, ou par $\frac{110}{12}$, & divisant le produit par 60 pieds, *hauteur où l'on suppose devoir élever l'eau* (1168) il viendra $15\,\frac{5}{18}$ pouces pour la superficie du quarré du diamétre du petit piston, dont la racine est de 3 pouces 11 lignes pour la valeur de ce diamétre.

Pour que l'eau que ce piston doit refouler ne soit point contrainte en montanr, il faudra donner au moins 4 pouces 6 lignes aux diaméttes des tuyaux montans, des soupapes, & à celui du tuyau de communication.

*La Machine étant exécutée selon ce qui précede, élevera à 50 pieds douze muids d'eau par heure.*

1174. On connoîtra le produit de cette machine, en disant selon l'article 1172, comme la hauteur où on veut élever l'eau, plus la chute réduite, c'est-à-dire, comme $\frac{830}{12}$ est à la chute réduite, qui est $\frac{110}{12}$, ou comme 83 est à 11; ainsi la dépense torale qui est de 30 pouces d'eau, est à la dépense que l'on cherche; l'on trouvera environ 4 pouces pour le produit de la machine, qui fournira pat conséquenr 12 muids d'eau par heure. L'on remarquera en passant qu'il en montera d'autanr plus, qu'elle sera élevée à une moindre hauteur, & au contraire.

*Il faut que la vitesse des pistons soit réglée sur le tems qu'il faudra au gros corps de Pompe pour se vuider.*

1175. Ayant dit que le jeu des pistons étoit de 30 pouces, & leur vitesse d'un pied par seconde (1168) ils employeront deux secondes & demi à aller, & supposant qu'ils reviennent avec la même vitesse, il leur faudra cinq secondes pour chaque impulsion, ainsi ils en donneront 12 par minute; mais il est essentiel de remarquer qu'il faut pour que cela arrive, que le gros corps de Pompe puisse se vuider en deux secondes & demi, autrement s'il lui falloit plus de tems que nous n'en avons supposé pour le retour des pistons, il arriveroit indubitablement que l'eau de la Source étant plus abondante qu'il ne faut pour le jeu de la machine, relativement à la grosseur des corps de Pompes, il s'en répandroit une partie au-dessus des bords de la cuvette qui reçoit la Source; alors il n'en monteroit pas la quantité que nous venons de trouver; car comme je l'ai dit tant de fois, *il faut que les tuyaux ou pertuis par où doit passer l'eau, ne retardent jamais la vitesse qui doit lui convenir.*

*Preuve pour faire*

1176. Le gros piston ayant 10 pouces de diamétre (1173), sa

ſuperficie ſera de 78 $\frac{4}{7}$ pouces quarrés, ou les $\frac{13}{24}$ d'un pied quarré; que ſi l'on multiplie cette fraction par 2 $\frac{1}{2}$ pieds, ou par $\frac{5}{2}$ de pieds, jeu du piſton, il viendra $\frac{65}{48}$, ou à peu près 1 $\frac{3}{8}$ pieds cubes d'eau, pour la quantité qui entrera dans le gros corps de Pompe à chaque *impulſion*.

*voir que l'eau qui doit s'évacuer du gros corps de Pompe, ne ſera point un obſtacle au jeu du piſton.*

Pour ſçavoir le tems que cette eau employera à ſortir, pouſſée par la ſeule action de ſa peſanteur, il faut être prévenu que le pertuis pratiqué dans le robinet a 10 pouces de hauteur ſur 3 pouces de largeur; ainſi le profil de ce pertuis ſe trouve avoir 30 pouces quarrés de ſuperficie, qui étant diviſé par 144, donne $\frac{5}{24}$ pieds quarrés pour la ſuperficie.

Voulant ſçavoir la quantité d'eau qui en ſortira par ſeconde, il faut, ſelon l'article 524, chercher la viteſſe qui répond à 10 pouces de chute, hauteur du pertuis ſupoſé rectangulaire, on trouvera 7 pieds, on en prendra les deux tiers, qui donnent 4 pieds 8 pouces ou $\frac{14}{3}$ de pieds, qu'il faur multiplier par $\frac{5}{24}$, il viendra $\frac{70}{72}$, ou $\frac{35}{36}$ pieds cubes pour la quantité d'eau qui ſortira du pertuis par ſeconde. Et comme nous venons de voir que le corps de Pompe contenoit $\frac{65}{48}$ pieds cubes, on jugera du tems qu'il lui faudra pour ſe vuider, en diſant, ſi $\frac{35}{36}$ pieds cubes d'eau s'écoulent en une ſeconde, en combien de tems s'écoulera $\frac{65}{48}$, il viendra pour quatriéme terme $\frac{234}{168}$ ou 1 $\frac{22}{56}$ ou 1 $\frac{2}{5}$ ſecondes, qui fait voir que le corps de Pompe employera tout au plus une ſeconde & demie de tems à ſe vuider. Cependant comme nous avons ſupoſé dans l'article 1175, que le corps de Pompe emploiroit 2 $\frac{1}{2}$ ſecondes à ſe vuider, l'on voit qu'il reſte une ſeconde pour ſupléer au retardement que la viteſſe de l'eau peut recevoir de la part des frottemens, & que le piſton fera au moins douze chaſſes par minute.

1177. D'autre part, comme les piſtons ſeront pouſſés en artiere par le poids d'une colonne d'eau, qui aura pour baſe le cercle du petit piſton, & pour hauteur la chute (1162), c'eſt-à-dire, par une force d'environ 60 ℔, qui eſt bien plus que ſuffiſanre pour relever le poids du balancier & vaincre le frottement des piſtons; ce qui reſtera de cette force ſera employé à précipiter l'évacuation du corps de Pompe, qui ſe fera encore plus promptement que nous ne comptons.

*L'action de la chute précipitera l'évacuation du gros corps de Pompe.*

1178. Ayant ſupoſé que la hauteur où on veut élever l'eau avoit 10 pieds de plus qu'elle ne devoit avoir effectivement (1168), l'on voit auſſi que le gros piſton ſera pouſſé avec 60 ℔ de force de plus qu'il ne lui en faut pour refouler l'eau à 50 pieds de hauteur; & venant de dire que ce ſurcroît de force ſurpaſſoit de beaucoup

*Preuve pour faire voir que le jeu de la Machine ne ſera point retardé par aucun obſtacle.*

celle qu'il falloit pour relever le poids du balancier, & furmonter la réfiftance du frottement des piftons, il arrivera que ces piftons pourroient avoir un peu plus d'un pied de viteffe par feconde, fi la Source étoit affez abondante pour fournir plus de douze chaffes par minute. Ainfi il ne faut point apréhender que le mouvement de la machine foit retardé par aucun obftacle; car il eft bon de remarquer que comme les roulettes qui font mouvoir le Régulateur, agiffent fur un bras de levier, qui eft d'abord auffi long que celui du poids, une force de 10 ₶ fuffira pour le relever dans le cas de fa plus grande réfiftance, qui ira toujours en diminuant, parce que fon bras de levier fe racourcit beaucoup plus à proportion que celui de la puiffance, à mefure que la tige approche de la verticale.

*Le mouvement de la Machine fera bien reglé, quand le Régulateur fera 24 vibrations par minute.*

1179. Si nous avons donné 30 pouces de chaffe aux piftons fur un pied de viteffe par feconde, c'eft afin que le Régulateur ne faifant que 24 vibrations par minute, fon mouvement ne fut point trop précipité, puifqu'il en pourroit faire 30 dans le même tems, comme nous le démontrerons, en décrivant la machine de Frefne proche Condé, ou il y a un Régulateur dans le goût de celui-ci.

*La chute doit être mefurée depuis l'axe des piftons jufqu'au fond de la cuvette.*

1180. On obfervera que je mefure la chute depuis le fond de la cuvette qui reçoit la fource jufqu'au centre du gros pifton, afin qu'il y ait toujours fept ou huit pouces d'eau dans cette cuvette, pour rendre la chute capable d'une force un peu au-deffus de celle fur laquelle on a compté, & fuppléer à l'altération que la viteffe de l'eau peut recevoir de la part des frottemens, en s'introduifant dans le gros corps de Pompe, & autres obftacles imprévus.

*L'on peut en faifant un tuyau coudé qui aboutiffe au petit corps de Pompe, refouler l'eau le long d'un plan incliné, fi on n'a pas la commodité de l'élever verticalement.*

1181. Comme il eft indifférent que l'eau que refoule un pifton monte dans un tuyau vertical, ou le long d'un plan incliné, ou même par un fiphon de plufieurs branches, puifqu'il faudra toujours la même force pour vaincre le poids de la colonne qu'on veut élever (559. 360), l'on peut fe paffer de la cuvette M du tuyau montant F L, par conféquent du defcendant MN, en faifant refouler l'eau tout de fuite à l'endroit où elle doit fe rendre, comme la feconde figure le repréfente: par ce moyen on fera difpenfé de faire un bâtiment autant élevé qu'il le faudroit pour placer la cuvette M; mais j'ai crû devoir d'abord expofer les chofes fous l'idée que j'en ai donné dans l'article 1154, afin de mieux

PLAN. 4. infinuer ma penfée.

*Il faut un tuyau de décharge*

1182. Pour arrêter la machine quand on veut, il doit y avoir au fond de la cuvette, qui répond au fommet de la chute, une foupape ou crapaudine, fervant à interrompre la defcente de l'eau, & un tuyau de décharge *pbc*, pour conduire les eaux de la Source

dans la cuvette *rc*; il faut aussi un autre tuyau *kr*, pour conduire dans la même cuvette l'eau qui pourra filtrer des corps de Pompes dans la créche IKEG (*Plan* 4.).

*pour conduire l'eau de la Source dans la cuvette inferieure, quand on veut arrêter la Machine.*

1183. Je ne dis rien des dimensions de toutes les parties de cette machine, pour ne point entrer dans un détail ennuyeux, parce qu'on les trouvera avec le secours des Echelles qui accompagnent les trois premieres planches, chaque piéce ayant été tracée dans la juste grandeur qui lui convenoit; je supprime aussi nombre d'observations sur l'assemblage & la disposition des mêmes pieces, pouvant en juger par la maniere dont elles sont représentées.

PLAN. 4.

*Les dimensions des parties de cette Machine, de même que les épaisseurs des piéces de fonte & de fer qui la composent, se trouveront avec le secours des échelles.*

1184. Lorsqu'on aura une Source plus abondante qu'il ne faut pour fournir au jeu & à la dépense d'une seule machine, l'on pourra en faire deux l'une à côté de l'autre, qui feront monter l'eau sans interruption, par le moyen d'une fourche qui ira aboutir au tuyau de conduite, qui recevra l'eau des deux machines, qu'on pourroit disposer de façon qu'elles n'eussent qu'un Régulateur commun, qui ouvriroit en même tems l'orifice de chasse de l'une, & celui de fuite de l'autre.

*L'on peut dans un même endroit faire jouer plusieurs Machines, telles que celles-ci, pour élever ensemble une plus grande quantité d'eau.*

1185. Je ne doute point que cette machine ne rencontre des censeurs, qui conviendront peut-être qu'elle est assez heureusement imaginée, mais qui objecteront que tout ce qui porte sur le papier un caractere d'évidence, ne réussit pas toujours dans l'exécution. Il est vrai que cela n'est que trop ordinaire; cependant je les prie de considérer que si la plupart des projets sont démentis par l'évenement, malgré les bonnes raisons dont ils étoient apuyés, il ne faut pas croire qu'une fatalité aveugle s'en soit mêlée. Cela vient de ce que leurs Auteurs n'ont point assez raisonné sur chaque partie, pour prévoir tout ce qui arriveroit dans la pratique, conséquemment à des connoissances acquises par la pratique même & à une exacte théorie. Ils expliquent confusément aux Ouvriers ce qu'ils veulent leur faire exécuter, sans leur donner ni devis, ni desseins; ces derniers ne pouvant que remplir ce qu'on leur commande, ne sont point responsables du peu d'intelligence de ceux qui les dirigent, & il y auroit de l'injustice de s'en prendre à eux quand la machine ne remplit pas son objet. C'est ce qu'on n'apréhende point quand on a suivi une méthode comme celle qui m'a guidée, que je cite bien moins pour en tirer vanité, que pour servir d'exemple à ceux qui voudront travailler dans le même goût, afin qu'ils aprennent avec quelle précision il faut agir pour s'assurer du succès.

*Réflexion sur le sentiment qu'on pourra avoir de cette Machine.*

1186. Ayant promis dans l'article 960 de faire part au Public *Discours*

*fur la Machine imaginee par Meffieurs Denifard & de la Dueille, & le jugement que l'Académie Royale des Sciences en a porté.*

de la machine inventée par Meffieurs Denifard & de la Dueille; en voici la defcription, telle qu'ils me l'ont communiquée, & telle qu'ils l'ont fait inférer dans le *Recueil des machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences*, Tome V. page 159, n'ayant rien voulu changer ni au difcours ni aux deffeins qu'ils en ont donnés, crainte de m'écarter de leur penfée.

L'on verra qu'en fe fervant d'une chute d'eau naturelle ou artificielle, nous avons eu à peu près les mêmes vûes, mais que nous différons totalement dans la maniere de remplir notre objet commun.

Je crois devoir ajoûter à la louange de ces Meffieurs, que leur machine a été exécutée à Seve, fur le chemin de Paris à Verfailles, qu'elle a jouée avec un fuccès merveilleux, en préfence de Meffieurs les Commiffaires nommés par l'Académie Royale des Sciences, qui ont déclarés dans leur raport; *avoir vû agir la machine, & l'eau s'élever elle-même à 32 pieds par le moyen d'une chute de 9 pieds, que de 128 muids que la Source fourniffoit par jour pour entretenir le mouvement de la machine, il en montoit 6, & qu'il en defcendoit 114; en conféquence Meffieurs de l'Académie ont approuvé la machine, qu'ils ont eftimé fort ingénieufement inventée; qu'elle pouvoit être utilement établie dans les lieux où l'on a déja une chute d'eau, que dans d'autres circonftances que celle de l'expérience de Seve, on fera monter une plus grande ou une plus petite quantité d'eau par jour, felon que la Source en produira, & qu'on pourra avoir de profit plus d'un vingtiéme de la dépenfe totale de la Source; & qu'enfin les inventeurs paroiffoient fort capables de donner à cette machine toute la perfection qu'elle peut recevoir.* Ce font les propres termes du Certificat datté du 28 Juillet 1731; enfuite Sa Majefté a accordé aux Inventeurs un Privilege exclufif pour vingt années dans toute l'étendue du Royaume, datté du 11 Décembre 1731.

## *Defcription de la Machine inventée par Meffieurs Denifard & de la Dueille.*

*Defcription de cette Machine, telle que les Auteurs l'ont donné.*

PLAN. 5. FIG. 3. & 4.

» 1187. ABCD eft un affemblage de charpente, dans lequel eft » un baffin compofé de deux plateaux de bois MN, pofés l'un fur » l'autre, & creufés en rond, pour former le baffin qui eft revêtu » de cuir par haut & par bas. Dans ce baffin eft un pifton (960), » qui a à peu près le même diamétre que l'intérieur du baffin où il » eft pratiqué; il lui eft affujerti par un cuir pris dans les joints des » pieces MN, de maniere qu'il ne peut monter & defcendre dans

» le baſſin que de trois à quatre pouces ; quatre tuyaux ſont adap-
» tés à ce baſſin, deux en deſſous & un en deſſus. Le premier tuyau
» Q eſt celui de la Source ; le ſecond tuyau S eſt le tuyau mon-
» tant ; le troiſiéme R eſt le tuyau de ſortie, & le quatriéme T eſt
» le tuyau deſcendant ; les traverſes OP, de même que les autres
» HG ſont pour affermir les pieces MN. Les deux léviers EF,
» qui ont leur centre de mouvement au point E, portent ſur une
» traverſe G, fixée à la tige du piſton ; ces leviers ſont chargés d'un
» poids équivalent au poids de la colonne d'eau de la Source. La
» partie G ſur laquelle ſont les leviers, porte encore une longue
» vis V, garnie de deux écrous, qui ſont hauſſer & baiſſer alter-
» nativement le balancier ILH, compoſé de deux baſſins, qui ont
» communication entr'eux par deux tuyaux qui les aſſemblent, en
» ſorte que l'eau contenue dans un des baſſins peut paſſer dans l'au-
» tre, ſuivant les déterminations que les écrous leur donnent ; un
» troiſiéme tuyau Z, ſert au paſſage de l'air d'un des baſſins dans
» l'autre. Aux extrémités de ce balancier ſont engagées des tiges
» qui ouvrent & ferment des ſoupapes adaptées aux tuyaux de ſor-
» tie & deſcendant ; ces ſoupapes ſont conſtruites de la maniere
» ſuivante.

*Explication des ſoupapes employées dans cette Machine.*

Fig. 1. & 2.

» 1188. La ſoupape eſt enfermée dans un petit coffre *ab* ; dans
» ce coffre eſt un cône tronqué *i* couvert, & auquel eſt adapté le
» tuyau. Le couvercle de ce cône tient à l'axe *c* par une patte d'é-
» creviſſe ; à ce même axe *c* tient la rige *e*, qui eſt celle qui s'en-
» gage dans le balancier. La partie *i* de la ſoupape étant bouchée
» par le cône plein, qui tient à la patte d'écreviſſe ; toute la ſoupa-
» pe étant noyée, la colonne d'eau ne coûtera à élever qu'en rai-
» ſon des diamétres des baſes. Il arrivera que ſi l'on vient à faire
» deſcendre la tige *e*, le cône plein qui a un mouvement contraire,
» débouchera le cône creux *i*, & que l'eau n'aura aucune difficul-
» té à paſſer dans les tuyaux *dr* ; ſi au contraire l'eau éleve la même
» tige *e*, la ſoupape ſe refermera & le tuyau ſera bouché.

*A quoi ſe réduit le jeu de la même Machine.*

Plan. 5. Fig. 3. & 4.

» 1189. La Source L étant ſupoſée de 10 pieds, l'eau s'introduit
» par le tuyau ITV deſſous le grand piſton A, qui étant pouſſé
» par cette eau, s'éleve naturellement, & porte le poids des le-
» viers proportionné à ſa force ; ce piſton en s'élevant fait ſortir l'eau
» BB, dont il eſt chargé par le tuyau F de ſortie ; par cette éléva-
» tion l'écrou N porte le balancier & l'éleve, d'où il arrive que le
» balancier ayant paſſé l'horiſontal, l'eau contenue dans le baſſin
» O paſſe dans le baſſin Q ; alors l'extrémité O éleve la tige R, qui
» ferme la ſoupape H du tuyau F ; enſuite le baſſin Q appuyant ſur

» la tige S, ouvre la soupape X du tuyau de descente G; l'eau de » la Source prise dessous le grand piston monte par le tuyau mon- » tant ZZ. Le tuyau V étant bouché, pour lors le piston est chargé » du poids de l'eau du tuyau de descente supposé à 30 pieds G de la » charge des leviers. Par la descente du piston, le balancier est ra- » mené par l'écrou supérieur Y, & l'eau repassant du bassin Q dans » le bassin O, ferme la soupape X du tuyau Z, & ouvre la soupape » H; & ainsi successivement l'eau est élevée.

*Observation sur les dimensions qu'il faut donner aux pistons par raport à la hauteur de la chute & a celle où on veut élever l'eau.*

» 1190. Il faut observer qu'à la tige du grand piston il y en ait » un second BW, qui soit proportionné à la chute de la Source » & à la hauteur où on veut faire redescendre la partie d'eau né- » cessaire pour faire le mouvement de la machine, lequel piston » tient lieu de retranchement au bassin supérieur, pour qu'il ne » puisse pas redescendre autant d'eau qu'il en monte. Exemple: » soit une Source de dix pieds de chute, & suposant qu'on veuille » monter l'eau à 20 pieds, & que l'on souhaite conserver la moi- » tié de cette quantité, il faudra à la rigueur que le retranchement » ou le petit piston soit de la valeur du demi cercle du bassin d'en- » haut: en ce cas, les 20 pieds de descente vaudront dix pieds du » diamétre du bassin de dessous, lequel étant joint au poids que la » Source a à élever, qui est de 10 pieds, donnera la force suffisante » pour faire équilibre à la hauteur de 20 pieds; par conséquent il » faudra faire le retranchement un peu moins grand, pour faire des- » cendre un peu plus d'eau, afin d'avoir la déterminaison requise.

» Si l'on veut faire un jet ou nappe d'eau de cinq pieds de hau- » teur, il faudra faire redescendre à peu près les trois quarts de » l'eau.

Ces Messieurs donnent ensuite un profil de la même machine doublée, pour faire monter l'eau continuellement; mais comme ils l'ont trouvé trop compliquée, ils s'en sont tenus à la disposition, représentée par les Figures 5 & 6, dont nous avons suprimé les bassins supérieurs, qui doivent répondre aux tuyaux descendans YY, EF, n'ayant pas eu de place pour les comprendre sur la Planche.

*Nouvelle disposition que les Auteurs ont donné aux parties de la même Machine, pour la ren-*

» 1191. La Source A fournit de l'eau par le tuyau ABC, en » dessous du piston inférieur D; cette Source suposée à 10 pieds, » éleve le piston de cette quantité. Le tuyau de descente EFG » élevé à 30 pieds, fournit de l'eau en dessous du piston supérieur » H, & tend à l'élever aussi de 30 pieds de force; pour lors l'eau » comprimée en dessus du même piston H, est forcée de monter » par le tuyau montant ILM; pendant ce tems l'eau contenue

» en dessus du piston inférieur D, s'écoule par le tuyau de sortie » N, la soupape O pouvant s'ouvrir au moyen de la tige P, qui » a rapport au mouvement de l'étrier QR (*Fig.* 5.) qui s'éleve & » s'abaisse avec les pistons, tenant à leur tige commune S; la se» conde soupape T s'ouvre & se ferme de la même façon que la » premiere soupape O. Ces mouvemens étant transportés du côté » OP, la Source V suposée encore à dix pieds, le tuyau VX four» nira l'eau en dessus du piston supérieur H, l'eau du tuyau de des» cente YY, dont le réservoir est à 30 pieds, chargera le piston in» férieur D en dessus, & forcera l'eau de monter par le tuyau ZW » à la hauteur de 40 pieds; pendant cette opération l'eau contenue » en dessous du piston supérieur H, a la liberté de couler par le » tuyau de sortie K, sa soupape T étant ouverte par ce mouvement » alternatif; l'on voit que la machine fourniroit continuellement » de l'eau, tantôt d'un côté & tantôt de l'autre. Quant aux ma» chines qui servent à ouvrir & fermer les soupapes, elles sont les » mêmes dont on a parlé dans les machines précédentes; on ne » fait que les appliquer à la tige 4 de l'étrier QR, placé au centre » des pistons, & qui tient, comme on l'a déja dit, à la tige com» mune des mêmes pistons enfermés dans les bassins 2 & 3; l'élé» vation & l'abaissement de l'étrier sont déterminés par la distance » que les bassins 2 & 3 laissent entr'eux.

*dre capable de faire monter l'eau continuellement.*

PLAN. 5. FIG. 5. & 6.

» Le cercle de fer 5 & 6, garni d'écrous, sert à retenir les pla» teaux qui composent chaque bassin.

» Il est inutile de dire que l'on doit garnir les tuyaux de plusieurs » clapets, pour empêcher l'eau de revenir aux endroits dont elle » est partie. «

L'heureux génie de Messieurs Denisard & de la Dueille pour la Mécanique, leur a fourni encore un nombre de nouvelles vûes sur les différens usages qu'on peut faire de leur machine, & qui ne peuvent être bien rendues que par eux-mêmes; car ils méritent cette justice, qu'il y a eu peu de Machinistes plus abondans, & qui ayent raisonnés avec autant de précision. Le Public leur doit beaucoup d'avoir travaillé à grands frais pendant une longue suite d'années, à ce qui pouvoit lui être utile; & à mon particulier, j'aurois un reproche à me faire, si je dissimulois combien je suis reconnoissant de la confiance qu'ils m'ont marquée.

## *Description de la Machine à Chapelets, imaginée par Monsieur Francini.*

1192. Voici l'ingénieuse machine que M. Francini a exécutée en 1668, par ordre de M. Colbert, dans le Jardin de l'ancienne Bibliothéque du Roi. Pour en bien juger, l'on sçaura que dans le voisinage de la Maison, il y a une Fontaine naturelle qui venoit autrefois se décharger dans un bassin situé au milieu du Jardin, & que le superflu de l'eau que ce bassin pouvoit contenir étoit conduit par un canal dans un puits où elle se perdoit. M. Francini profitant du superflu de l'eau & de la profondeur du puits, a fait naître un jet d'eau artificiel dans le milieu du Jardin, qui produisoit un fort bel effet.

La premiere & seconde Figure de la Planche 6, représente le profil & l'élévation de la machine dont il s'agit, composée de deux *doubles chaînes sans fin*, faites de petites barres de fer liées ensemble par des charnieres; à ces chaînes sont attachés des *godets* formant deux chapelets d'inégale hauteur qui tournent sur un *tambour*

PLAN. 6. FIG. 1. & 2.

FEDG, ayant des *raînures* à l'endroit des chaînes, afin que les chapelets soient toujours entretenus dans la même direction, & l'intervalle des fuseaux de fer dont ce tambour est composé est égal à la longueur des *chaînons* qui forment les chaînes, pour que le grand chapelet venant à tourner avec le tambour, l'autre soit contraint de tourner aussi.

L'essieu du tambour est soutenu par deux poteaux P, affermis par des liens assemblés avec les semelles qui sont sur le bord du puits, & fortifiés par deux entretoises QR, dont celle d'en bas sert à soutenir la cuvette A, dans laquelle vient se rendre le superflu de l'eau du bassin.

*Quelle doit etre la figure & la disposition des godets du grand & du petit chapelet.*

1193. Les godets B du grand chapelet sont faits de plaques de cuivre, formant un vaisseau plus large à l'entrée qu'au fond, pour recevoir mieux l'eau de la cuvette A, qui coule sans cesse par la *Gargouille* X; cette Figure convient d'autant mieux à ces godets, que lorsqu'il y en a un de plein, le surplus de l'eau coulant le long de sa surface, va se décharger naturellement dans le godet qui est au-dessous, de ce second dans le troisiéme, ainsi de suite de l'un dans l'autre, sans que l'eau puisse se perdre en jaillissant de côté.

Les godets *c* du petit chapelet ont la même figure que les précédens, avec cette différence qu'ils sont fermés de toutes parts, excepté à l'endroit S où ils ont un petit *goulot* vers le fond le plus étroit

étroit, lequel se trouve en haut, lorsque les godets étant pleins d'eau, montent pour la décharger dans la cuvette supérieure **MI.** Pour plus d'intelligence, l'on a dessiné en particulier un godet du grand & du petit chapelet, qui montrent la situation où ils se trouvent, lorsqu'étant remplis d'eau, ceux du grand descendent dans le puits,& ceux du petit montent pour aller se décharger dans la cuvette supérieure.

Quoique la premiere figure ne représente qu'un chapelet vû de côté, elle peut servir à expliquer la manœuvre de chacun en particulier. Par exemple, l'on peut prendre les godets B pour ceux du grand chapelet, lorsqu'ils descendent dans le puits, & les autres H du même lorsqu'ils montent à vuide. Que si au contraire il s'agit du petit chapelet, l'on jugera de la situation de ses godets H quand ils montent pleins d'eau, & du sens où ils se trouvent en B, quand ils descendent vuides. PLAN. 6. FIG. 1.

L'on a ajusté à l'axe du tambour une roue dentée O, qui s'engraine avec un pignon ou lanterne N, répondant à un volant pour entretenir l'uniformité du mouvement de la machine, afin qu'elle n'aille point par secousse, & qu'elle ne se ressente pas des petites altérations que pourroient causer les obstacles qui se rencontreroient en chemin.

1194. Comme le grand chapelet est supposé descendre dans le puits à une profondeur un peu plus grande que la hauteur où on veut élever l'eau au-dessus du rez-de-chaussée, il y aura toujours un plus grand nombre de ses godets qui descendront pleins d'eau, qu'il n'y en aura du petit chapelet qui la porteront au sommet du tambour; par conséquent le poids de l'eau qui descend se trouvant supérieur à celui de celle qui monte, le grand chapelet fera nécessairement tourner le petit, dont les godets se rempliront en passant dans la cuvette A, qui doit pour cela avoir une certaine profondeur, afin que l'eau ait le tems de s'y introduire. *Explication du jeu de cette Machine.*

A l'égard de la vitesse qui peut convenir au jeu de cette machine, ce n'est gueres que par l'expérience qu'on peut la déterminer, en augmentant ou en diminuant le nombre des godets du grand chapelet, pour sçavoir à quel point la puissance doit être supérieure au poids; ce qui doit dépendre aussi de la dépense dont la source sera capable.

1195. Lorsque les godets du grand chapelet seront de même grandeur que ceux du petit, & que le premier chapelet sera un peu plus que double du second, il montera un peu moins d'eau dans la cuvette supérieure, qu'il ne s'en perdra dans le puits; c'est- *Le rapport de la capacité des godets du grand & du*

*petit chapelet, doit se régler sur celui qui est entre la chute & la hauteur où on veut élever l'eau.*

à-dire, qu'on élevera un peu moins de la moitié du produit de la Source. Que si l'on vouloit qu'il en montât davantage que la moitié, mais à une hauteur moindre que la chute, il faudroit alors faire la capacité des godets du petit chapelet, plus grande que celle des godets de l'autre, *dans la raison réciproque de la chute de l'eau à la hauteur où elle sera élevée;* & au contraire lorsqu'on voudra faire monter l'eau à une hauteur plus grande que la chute, faire des godets du petit chapelet moindre que ceux du grand, encore dans la raison réciproque de la descente & de la montée de l'eau; alors il en montera moins qu'il ne s'en perdra dans le puits, dans le rapport réciproque des mêmes termes.

L'on voit que dans le cas où M. Francini s'est servi de cette machine, l'eau après avoir été élevée dans la cuvette supérieure NI, descendoit ensuite par un tuyau de conduite, & alloit jaillir dans le bassin du Jardin, d'où elle venoit se rendre dans la cuvette A, & se réunir avec celle de la Source, pour faire agir tout de nouveau le grand & le petit chapelet; de sorte que par le moyen de cette circulation, une Source d'une dépense médiocre faisoit monter sans interruption une grande quantité d'eau, dont on auroit pû emprunter une partie pour tel usage qu'on auroit voulu.

La principale difficulté qui se rencontre dans l'exécution de cette machine, est de pouvoir faire un puits plus profond que la chute, pratiquée dans un terrein où l'eau puisse se perdre, à moins qu'au fond du puits on n'ait la facilité de faire un Aqueduc pour la conduite dans un lieu plus bas.

### *Autre maniere d'élever une partie de l'eau d'une Source quand on a une Chute.*

1196. Plusieurs personnes, à l'imitation de M. Francini, ont cherché le moyen d'élever l'eau d'une Source, quand on peut disposer d'une chute; en voici un fort simple, à l'aide de deux sceaux seulement, qui est le même dont se sert M. Bucket, mais qu'il a beaucoup perfectioné, comme nous le ferons voir par la suite.

PLAN. 6. FIG. 3.

Pour bien entendre la manœuvre de ces deux sceaux, on sçaura que le premier A doit être plus grand que l'autre B, pour qu'étant tous deux pleins d'eau, le premier en descendant fasse monter le second; & qu'au contraire il faut, lorsque ces deux sceaux sont vuides, que le plus petit B pese davantage que le premier A, pour contraindre celui-ci de monter; ce qu'on pourra faire en chargeant le plus petit B d'un poids qui lui donne cet avantage;

Par exemple, je supose que le petit sceau pese 6 ℔ de plus que le grand, mais qu'en récompense, lorsqu'ils seront tous les deux pleins, ce dernier contienne six pintes d'eau plus que l'autre, équivalente à un poids de 12 ℔ ; alors le grand sceau pesant 6 ℔ de plus que le petit, emportera ce dernier, qui enlevera le grand à son tour par l'action des 6 ℔ qu'il pesera de plus, quand ils seront tous deux vuides. J'ajouterai que le sceau B doit être entouré dans le milieu de sa hauteur d'un anneau ou cercle de fer P, d'un diametre plus grand que celui du sceau, pour lui tenir lieu d'anses, indépendamment de celui qu'il a de commun avec les sceaux ordinaires, & que l'autre A doit avoir un pareil cercle Q attaché vers le fond.

En suivant cette idée, l'on suppose qu'on a conduit l'eau d'une source dans une cuvette ou reservoir E, & qu'elle coule sans cesse par la gargouille F, répondant à une chute CD; que les deux sceaux dont nous venons de parler sont attachés à une corde ou chaîne qui passe sur une poulie R, de maniere que quand le petit sceau B se trouve plongé dans l'eau de la cuvette, l'autre A reçoit celle qui coule par la gargouille F.

*Explication du jeu de cette Machine.*

1197. Quand le sceau A sera plein, il descendra & fera monter l'autre B d'une hauteur égale à la descente du premier, qui sera mesurée par la chute; & lorsque le plus petit B sera parvenu à la hauteur de la cuvette où il doit se décharger, l'anneau dont il est entouré venant rencontrer le crochet O, fera incliner ce sceau qui se vuidera dans la cuvette; & comme dans ce moment l'anneau de l'autre sceau A doit rencontrer aussi au pied de la chute un crochet qui l'inclinera de même; les deux sceaux se vuideront dans le même tems: ensuite le petit se trouvant plus pesant que le grand, contraindra ce dernier de monter pour recommencer la même manœuvre.

L'on suppose que l'essieu de la poulie R est accompagné d'une roue dentée S, qui s'engraine avec un pignon T, répondant à un volant qui tourne tantôt d'un sens & tantôt de l'autre alternativement, selon que les sceaux sont pleins ou vuides, pour entretenir l'uniformité du mouvement (1193).

*De quelle maniere on peut faire que l'eau monte plus haut que la chute.*

1198. Comme il peut arriver que la chute CD se trouve plus petite que la hauteur où on veut élever l'eau, l'on pourra alors suspendre les sceaux K & L à deux lanternes différentes M, N, dont les diametres soient dans la raison réciproque de la chute & de la hauteur où on veut élever l'eau, observant que ces deux lan-

PLAN. 6. ternes doivent être attachées à un essieu commun pour tourner avec lui.

FIG. 4. Par exemple, si la chute étoit de 10 pieds, & qu'on voulut élever l'eau à 30, il faudroit que le rayon de la lanterne M qui répond au petit sceau L, fut triple du rayon de la lanterne N, qui soutient le grand sceau L K; mais alors les poids devant être dans la raison réciproque de leur bras de levier, la capacité du petit sceau ne sera que le tiers de celle du grand, & même un peu moindre, pour que le grand puisse l'emporter.

L'on conviendra que cette maniere de faire monter l'eau est fort ingénieuse & de la derniere simplicité; je me contente d'en donner seulement l'idée, car s'il étoit question de la mettre en pratique, il faudroit y ajouter plusieurs choses que je passe sous silence, & sans lesquels je doute que cette machine pût réussir; car il faut que les sceaux en montant & en descendant suivent toujours la même direction, & que lorsqu'ils sont arrivés à leur termes, ils se vuident tous deux en même tems.

Plusieurs personnes en France on voulu s'attribuer le mérite de cette invention; mais j'ai apris de M. Cromwel Mortimer, Sécretaire de la Societé Royale de Londres, que *Gironimo Finugio* en est le premier Inventeur, ayant mis cette machine au jour à Rome en 1616; cependant comme elle n'a été exécutée qu'en Angleterre, d'une maniere qui ne laisse rien à désirer, on ne peut douter que M. Bucket ne l'ait beaucoup rectifiée.

*Messieurs de la Societé Royale de Londres envoyent à l'Auteur la Machine de M. Bucket.*

1199. Messieurs de la Societé Royale de Londres, prevenus que je devois rapporter dans mon Architecture Hydraulique, les plus belles machines qui avoient été exécutées en Europe pour élever l'eau, m'ont envoyé ce qu'ils avoient d'intéressant en Angleterre sur ce sujet, entre-autres celle de M. Bucket que l'on voit représentée en perspective par la cinquiéme figure, telle que M. Cromwel Mortimer me l'a adressée, avec la description que voici, à laquelle j'ai changé peu de choses, ayant été fidelement traduite sur l'Original écrit en Anglois.

## *Description de la Machine rectifiée en Angleterre par Monsieur Bucket.*

1200. A est une petite source qui fournit par minute environ 16 pintes d'eau, mesure de Paris, conduite à 36 toises de distance par un petit canal dans un reservoir B, contenant environ 48 pintes: ce

PLAN. 6. FIG. 5.

reservoir est placé au sommet d'une chute BC de 10 pieds de hauteur.

C, est un puisard recevant le superflu de l'eau du reservoir B, qui s'écoule ensuite par le canal D.

E, représente le plan du bâtiment tracé sur une échelle de 8 pieds par pouces.

FG, Vûe interieure du bâtiment, qui comprend la machine, tracée sur une échelle de 4 pieds par pouces.

H, I, K, représente trois planchers différens, convenant à la disposition de la machine.

LMN, Assemblage de charpente, sur lequel sont appuyées les parties superieures de la machine, que l'on a rendues sensibles, en suprimant les pieces de charpente qui les cachoient.

O, Axe de $3\frac{1}{2}$ pieds de longueur, placé horisontalement, tournant sur ses tourillons; cet axe est commun à trois roues.

La premiere P a 2 pieds de diametre, & 5 pouces d'épaisseur, sur laquelle on a pratiqué un canal comme aux poulies.

La seconde roue Q a 6 pieds de diametre, ayant des rebords sur sa circonférence, qui forment un canal d'un pouce & demi de largeur, allant en spirale, dont le plus grand écart sur une seule révolution est de 2 pouces.

La troisiéme R a 3 pieds 10 pouces de diametre, appliquée sur les rays de la précedente Q: sa circonférence est accompagnée de rebords comme les autres, & faite aussi en spirale, de maniere que dans une révolution, le plus grand écart du centre n'est que de $\frac{1}{4}$ pouces.

Sur la roue P est attachée une chaîne platte & fort fléxible, laquelle après avoir entourée la circonférence, se divise en deux autres chaînes P, S, qui se maintiennent toujours dans la même direction verticale.

A ces chaînes est attachée une verge de fer qui porte le grand sceau *d* fait de cuivre.

Sur la roue Q est aussi attachée une chaîne platte comme la précedente: quand cette roue a fait un tour de la gauche à la droite, sa circonférence a pris autant de chaînes qu'il s'en rencontre entre T & 2T.

La partie inferieure de cette chaîne depuis 2T jusqu'à 3 T, est croisée par des petites barres, qui entrent dans les coches ou crans pratiqués dans les rebords de la roue Q; par ce moyen on empêche cette partie de la chaîne de toucher celle qui envelope la circonférence, & on fait naître l'équilibre avec la chaîne & la verge.

SS qui répond à la roue P, par les conpensations de bras de levier que causent les spirales.

Sur la roue R est attachée une corde dont l'autre bout entoure la circonference d'une roue V, de 2 pieds de diamétre.

L'axe de la roue V est commun à une autre roue W d'un pied de diametre, à la circonférence de laquelle est attachée une corde qui passe sur une poulie, & de-là va répondre à un poids qu'elle fait mouvoir dans une boete X, attachée à l'extrêmité du levier YX du quart de roue Y*aa*.

Y*aa*, est un quart de roue mobile sur l'axe Y, sur la circonférence duquel l'on a menagé des poulies qui tournent entre des platines de fer, & servent à recevoir la corde qui se dévelope de dessous la roue W.

Z, est un poids de plomb attaché à demeure pour contrebalancer celui des chaînes, & leur faire garder un parfait équilibre en toute sorte de situations.

L'on a attaché à l'axe O une roue de fer pour faire agir un balancier *b*, à l'aide de plusieurs engrainemens, pour entretenir l'uniformité du mouvement de la machine.

A l'extrêmité de la chaîne TT, il y a un sceau de cuivre *c* contenant environ 20 pintes, ayant au fond une soupape à clapets, placée du côté gauche, avec un goulot de décharge placé vers le sommet du côté droit.

D'autre part, au bas de la verge SS est attaché le plus grand sceau *d* aussi de cuivre, contenant environ 60 pintes, dans le fond de ce sceau est encore une soupape qui s'ouvre par le moyen d'une détente qui vient rencontrer un pivot placé dans le puisard C.

I, I sont des barres de fer quarrées, qui guident les sceaux en montant & en descendant; ces sceaux ayant des oreilles accompagnées de rouleaux de cuivre qui s'appliquent contre trois faces de chacunes des barres.

*Explication du jeu de cette Machine.*

1201. Quand le petit sceau descend, il vient rencontrer une détente 4, 5, qui répond à un levier 6, 7, dont le centre de mouvement est à l'extrêmité 6; alors ce levier en baissant agit par l'autre extrêmité 7, & fait ouvrir une soupape placée en B dans le fond du reservoir, qui laisse à l'eau la liberté de couler dans un tuyau à deux branches dont l'une remplit le sceau *c*, & l'autre, le sceau *d*.

Quand le petit sceau a reçu environ 18 pintes, l'eau commence à sortir par le goulot que l'on a pratiqué vers le sommet d'une de ses faces, & est reçûe dans le bassin 4, de-là coule dans un tuyau qui passant sous le reservoir B, va se décharger dans le sceau *d*, tant

qu'il soit assez plein pour emporter l'autre par son poids; & aussitôt que le petit sceau commence à monter, cessant d'appuyer sur la détente 4, 5, la soupape qui est en B au fond du réservoir se referme, & l'eau qui peut être restée dans le bassin 4 continuant de se rendre dans le sceau *d*, contribue à en précipiter la descente.

Comme la grande roue Q à laquelle répond la chaîne du petit sceau, a 6 pieds de diametre, tandis que celui de la petite P qui porte le grand sceau n'est que de 2 pieds, l'on voit que la chute étant de 10, l'eau est élevée à 30.

Quant le petit sceau est parvenu à la hauteur du plancher L, il éleve l'auge F, ensuite frappe avec sa détente un pivot placé en E; alors la soupape de ce petit sceau s'ouvre, & l'eau qu'il contient se décharge dans une cuvette placée à la hauteur F, de-là descend par le tuyau *gg*, pour se rendre dans le lieu où l'on en a besoin.

Dans le même instant que le petit sceau fait cette manœuvre, il arrive que le fond du grand, venant à rencontrer un pivot placé au bas de la chute, sa soupape s'ouvre, & l'eau qu'il contient se vuide dans le puisard C, & de-là se décharge par le canal D, après quoi les deux sceaux se trouvant vuides, la pesanteur propre du petit emporte celle du grand; le premier descend, le second monte pour s'emplir de nouveau & recommencer la même manœuvre.

Si l'on a fait les circonférences P & Q en spirale, c'est afin que le poids des chaînes soit toujours en équilibre, tandis que l'une & l'autre se roulent & se déroulent alternativement; mais ce qui contribue le plus à entretenir cet équilibre, c'est particulierement le quart de roue *aa*, joint à l'effet du levier X avec son poids Z qui agit dans toute sa force sur la roue Q, quand le levier se rencontre dans la situation horisontale, ce qui arrive lorsque la chaîne T est déroulée; car il est bon d'observer qu'à mesure que cette chaîne se roule, le levier YX approche en descendant de la situation verticale; ainsi le poids de la chaîne TT diminuant d'une part, l'action du poids X diminue de l'autre, jusqu'au moment où le poids Z cesse d'agir sur la roue R; ce qui se rencontre quand le poids X est au bas de sa boete où il est entraîné par l'action de sa pesanteur qui devient toujours plus grande à mesure que le plan sur lequel il repose est plus incliné; ainsi par ce moyen la corde à laquelle est attaché ce poids est toujours bandée.

Quand le petit sceau commence à descendre, le poids mobile X remonte le long de son plan, avant qu'aucun mouvement soit communiqué au levier YX (que l'on suppose pendant), mais à me-

ſure que la chaîne T ſe déroule de deſſus la roue Q, ſon poids augmentant, tandis que celui de l'autre chaîne S diminue en ſe roulant ſur la roue P, il arrive que le levier YX approchant de plus en plus de la ſituation horiſontale, le poids Z agit de nouveau ſur la roue R, pour en retarder la viteſſe, & entretenir l'équilibre néceſſaire, pour que le petit ſceau ne deſcende point avec trop de précipitation.

A l'égard du balancier *b*, il contribue beaucoup à regler le mouvement de la machine pour l'entretenir uniforme; & comme il continue à tourner après que les ſceaux ſont parvenus à leur termes, ſoit qu'ils montent ou qu'ils deſcendent, ils ſe trouvent par là entretenus fermes & immobiles, tandis qu'ils ſe vuident & ſe rempliſſent, ſans qu'ils puiſſent recevoir de contre-coup, ni rebondir après leur chute.

Quand cette machine va le plus lentement, elle n'éleve qu'un ſceau ou environ 18 pintes d'eau en cinq minutes; mais cette quantité augmente à meſure que la ſource eſt plus abondante. Au reſte, l'on pourroit faire une machine ſemblable à celle-ci, qui élevera un muid d'eau par minute, & même davantage ſi la ſource en étoit capable.

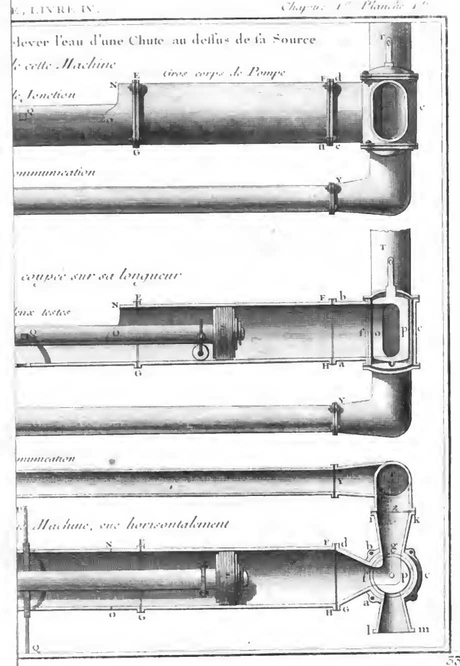
1202. Cette machine qui eſt conſtruite à Chicley dans le Comté de Buckingham, fournit aux beſoins de la maiſon & jardins du Chevalier Jean Cheſter Baronet. Tous les Artiſtes qui l'ont vûe avouent qu'elle eſt parfaite dans ſon genre; elle a été aprouvée avec éloge par M. Newton & par M. Fleuri Beigthon qui en a fait la deſcription.

*Conclusion sur ce qui regarde cette Machine.*

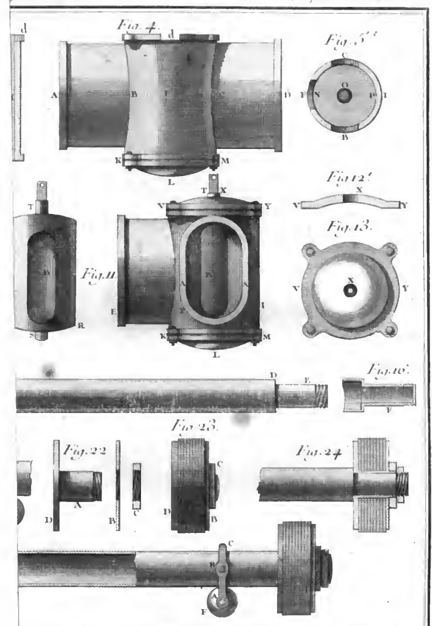
Quoique la rectification de cette machine ſoit attribuée à M. Bucket, il paroît par un certificat de M. le Chevalier Cheſter, qu'elle a été conſtruite chez lui par un nommé Georges Gerves, qui en a dedié le deſſein gravé à Meſſieurs de la Societé Royale, ce qui feroit croire qu'il a beaucoup contribué à la rendre auſſi parfaite qu'elle l'eſt préſentement.

Après avoir donné la deſcription des plus belles machines dont on peut faire uſage, pour élever l'eau d'une Source ou d'une Riviere dans une cuvette, il nous reſte à preſcrire des regles pour la conduire de cette cuvette, par des tuyaux, aux différens endroits où elle doit être diſtribuée, afin que le diametre de ces tuyaux ſoit proportionné à la quantité d'eau qui doit y couler, relativement à la viteſſe qu'elle aura, & à la longueur du chemin qu'elle doit parcourir; c'eſt ce que nous allons faire dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE II,



élever l'eau d'une Chute au dessus de sa Source
le cette Machine
Gros corps de Pompe
le Jonction
ommunication
coupée sur sa longueur
deux testes
munication
Machine, vue horizontalement


Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 23.
Fig. 22
Fig. 24

la même Machine
nouvement du
& de fuite

*Fig 3.e*

C E Q K I F D
G
L
Y I Y
M
R S
A B
d d

1.e

e h
f i p L
u

r
m l n

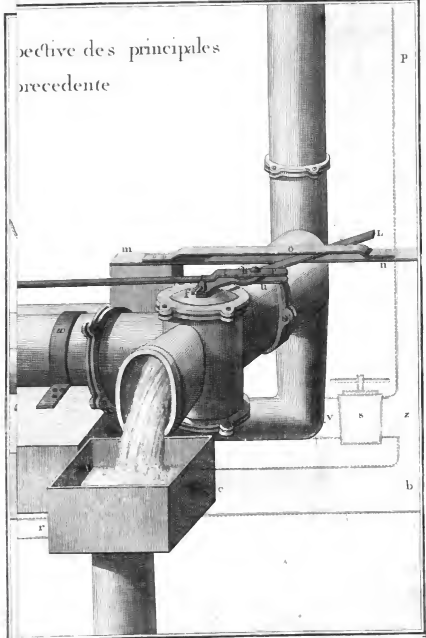
p
u

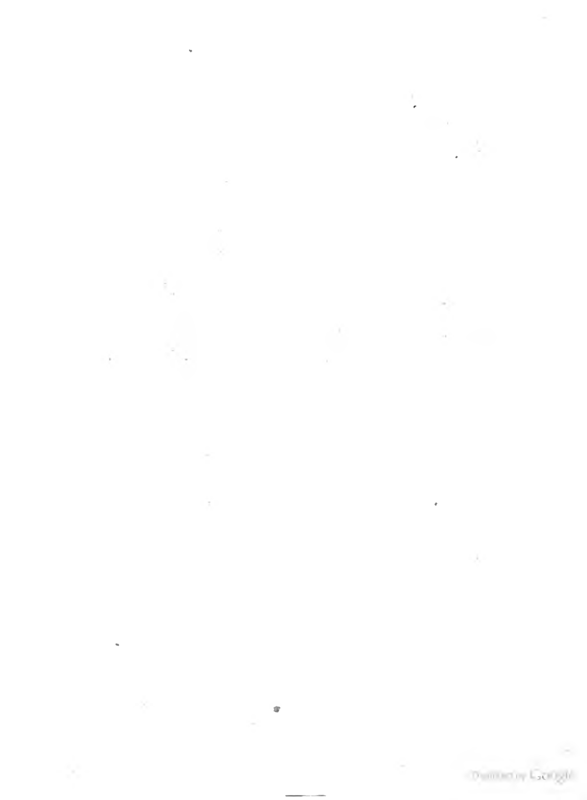
*Fig 5.e*

*de 36 pouces*

18 24 30 36 pouces

l s h
e


pective des principales
precedente
P
L
m
o
n
F
u
v
s
z
b
c
r

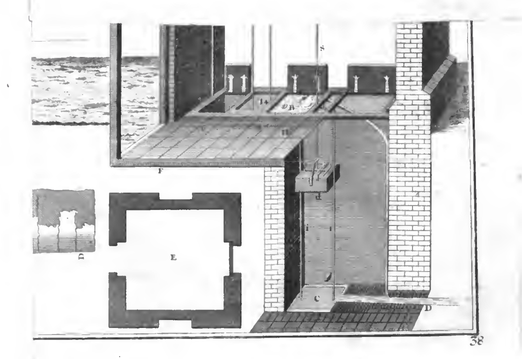





…une Machine avec la quelle toute
…Source peut s'elever elle même
…le son niveau.

*Fig. 4.e*

*Fig. 6.e*


S
14
B
H
F
d
i
C
D
E
38

# CHAPITRE II.

## *De l'Action de l'Eau dans les Tuyaux de conduite.*

1203. L'On sçait que l'eau renfermée dans un tuyau recourbé, comme un *Siphon*, dont une des *branches* repond à une source ou reservoir, remonte dans l'autre branche au même niveau, où elle reste tranquille, à moins qu'une force superieure à l'action de la colonne qui la soutient, ne lui imprime de la vitesse & ne la contraigne de se décharger dans une cuvette destinée à la recevoir. Que si l'on veut que cette force vienne de la part de l'eau contenue dans la premiere branche, il faut nécessairement faire la seconde moins élevée, & d'autant moins que l'on voudra qu'elle fournisse une plus grande quantité d'eau, laquelle sera toujours relative à la grosseur du tuyau & à la vitesse qu'elle aura à sa sortie.

*L'eau qui est conduite dans un siphon ne peut entrer par une branche & sortir par l'autre que l'orifice de la premiere ne soit plus élevé que celui de la seconde.*

Il suit que lorsqu'on voudra faire remonter dans un tuyau une certaine quantité d'eau déterminée, il faut si le diametre du tuyau est donné, que l'eau y coule avec une vitesse capable du produit que l'on demande, & qu'il y ait un certain rapport entre les hauteurs des branches du Siphon.

1204. Il y a donc trois choses à considerer pour faire remonter l'eau par des tuyaux. La premiere, la quantité que l'on en veut avoir. La seconde, la superficie du cercle du tuyau; & la troisiéme, la vitesse de l'eau. Or comme la superficie du cercle du tuyau multipliée par le chemin que fera l'eau pendant une minute, sera égale à sa dépense dans le même tems; l'on peut avec ces trois grandeurs former une équation, par le moyen de laquelle connoissant deux de ces grandeurs, l'on aura la troisiéme.

*A quoi il faut avoir égard quand on veut conduire l'eau par des tuyaux.*

1205. Nommant $d$, le diametre du tuyau en pouces; $m$, la dépense par minute; $u$, la vitesse de l'eau à la sortie du tuyau; l'on aura $\frac{dd}{144}$ pour le raport du quarré du diametre à une superficie d'un pied quarré, qui donnera celle du cercle, en disant, comme 14 est à 11; ainsi $\frac{dd}{144}$ est à un quatriéme terme, qui sera exprimé par $\frac{11dd}{2016}$, ou à peu près par $\frac{dd}{183}$, qui étant multiplié par $u$, donne $\frac{dd}{183} \times u = m$, qui montre que *pour avoir par minute la dépense*

*Formule pour connoître la dépense d'un tuyau dont on a le diametre, & la vitesse de l'eau.*

*exprimée en pieds cubes, d'un tuyau de conduite, dont on connoît le diamétre & la vitesse de l'eau, il faut multiplier le quarré du diamétre par la vitesse de l'eau, & diviser le produit par le nombre constant 183; le quotient donnera la quantité de l'eau que l'on demande.*

*Connoissant le diamétre & la dépense d'un tuyau, trouver la vitesse de l'eau; ensuite connoissant la dépense & la vitesse de l'eau, trouver le diamétre du tuyau.*

1206. Comme l'on tire aussi de cette équation $u = \frac{183 \times m}{dd}$, il suit que lorsqu'on connoîtra le *diamétre* du tuyau, & sa *dépense* estimée en *pieds cubes*, on aura la *vitesse* de l'eau par minute, *en multipliant la dépense par le nombre 183, & en divisant le produit par le quarré du diamétre.*

Comme l'on tire encore de la même équation $d = \frac{\sqrt{183 \times m}}{u}$, il suit que pour avoir le *diamétre* du tuyau, en connoissant *sa dépense* exprimée en pieds cubes, & la *vitesse* de l'eau par minute, *il faut multiplier la dépense, par le nombre 183, diviser le produit par la vitesse, & extraire la racine quarrée du quotient, qui donnera le diamétre que l'on cherche.*

*Explication de la figure relative à la théorie suivante.*

1207. Pour connoître le rapport qu'il doit y avoir entre les hauteurs des tuyaux de *chasse* & de *fuite*, relativement à la vitesse qu'on veut donner à l'eau, nous supposerons que AB représente une cuvette, recevant sans cesse l'eau d'une source ou d'une machine; qu'au fond de cette cuvette est un tuyau de chasse FD, dont l'orifice CD est proportionné à la quantité d'eau que la source fournit, de maniere qu'il soit toujours plein, malgré la dépense qui s'en fera à sa sortie EP, qui aboutit à un tuyau horisontal EN de même grosseur, répondant à une branche de fuite GKN, qui conduit l'eau de la source dans une cuvette ou réservoir LM; & qu'il s'agit de sçavoir quelle sera la hauteur GQ de ce tuyau, par rapport à la chute VDE, pour qu'il sorte de l'orifice R, une quantité d'eau égale à celle que l'on veut tirer de la source.

FIG. 1.

*Formule pour déterminer le rapport qu'il doit y avoir entre les branches de chasse & de fuite, relativement à la dépense du tuyau.*

1208. Selon ce qui a été dit dans les articles 899, 900, 901, qu'il convient de relire pour plus d'intelligence, il faut que la colonne GQKS soit poussée de bas en haut par l'eau de la communication FS, avec la vitesse qu'elle doit avoir à la sortie de l'orifice R, & que la hauteur GQ de cette colonne, soit égale à la chute capable de la vitesse *respective* de l'eau de la *chute* VDE, puisqu'il est indifférent que l'eau de la communication pousse un piston de bas en haut, ou qu'elle agisse immédiatement sur la colonne dont elle doit surmonter la résistance; c'est pourquoi tout ce que nous avons dit dans les mêmes articles, peut s'appliquer au sujet dont il s'agit présentement. Ainsi nommant *a*, la chute VDE; *b*, celle

qui est relative à la vitesse de l'eau qui doit sortir par l'orifice R; $c$, la hauteur GQ où on veut élever l'eau, ou la chute capable de la vitesse *respective*; (901) l'on aura en prenant les *racines des chutes pour les vitesse qui leur répondent*, $\sqrt{a} = \sqrt{b} + \sqrt{c}$ (433), qui est la même formule que dans l'article 899, par le moyen de laquelle l'on trouvera telles des trois grandeurs $a$, $b$, $c$ que l'on voudra, en connoissant les deux autres. Par exemple, comme l'on en tire $\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{c}$, qui étant quarré, donne $a + b - 2\sqrt{ab} = c$; l'on voit que *pour avoir la hauteur* GQ *de la branche de fuite, il faut ajoûter la hauteur* VDE (*a*) *de la source, à la chute capable de la vitesse de l'eau* (*b*) *à la sortie de l'orifice* R, *& soustraire de la somme de ces deux chutes, le double de la moyenne proportionnelle, prise entre les mêmes chutes; la différence donnera la hauteur où l'eau de la source peut être élevée.* FIG. 1.

*Connoissant la hauteur des branches de chasse & de fuite, trouver la vitesse de l'eau que dépensera cette derniere.*

1209. Si l'on connoissoit les hauteurs VDE, QG des tuyaux de *chasse* & de *fuite*, & que l'on voulut connoître la *dépense* par minute de l'orifice R; considérez que l'on tire de la premiere équation $\sqrt{a} - \sqrt{c} = \sqrt{b}$, ou $a + c - 2\sqrt{ac} = b$, qui montre *qu'il faut ajoûter ensemble les hauteurs des tuyaux de chasse & de fuite, soustraire de la somme le double de la moyenne proportionnelle, prise entre les mêmes hauteurs; la différence donnera la chute capable de la vitesse qu'aura l'eau par seconde, à la sortie de l'orifice* R. Si l'on multiplie cette vitesse par la superficie de *l'orifice*, & le produit par 60, l'on aura la dépense que l'on demande.

*Connoissant la vitesse de l'eau à la sortie de la branche de fuite, & la hauteur de cette branche, trouver celle de la branche de chasse.*

1210. Enfin si l'on vouloit élever l'eau à une certaine hauteur déterminée GQ, pour se décharger par l'orifice R, avec une vitesse aussi déterminée, & qu'on voulut connoître la hauteur de la *chute* VDE, capable de la faire remonter avec les deux conditions proposées; considerez que l'on tire encore de la premiere équation $a = b + c + 2\sqrt{bc}$, qui montre que *pour avoir la hauteur du tuyau de chasse, il faut chercher d'abord la chute capable de la vitesse de l'eau à la sortie de l'orifice* R, *l'ajoûter à la hauteur* GQ *du tuyau de fuite, & joindre à la somme le double de la moyenne proportionnelle, prise entre les deux grandeurs ajoûtées.*

*Les hauteurs des branches de chasse & de fuite, doivent avoir entr'elles un certain rapport déterminé, pour que le*

1211. Comme on ne peut augmenter la vitesse de l'eau qui doit sortir par l'orifice R, sans diminuer la hauteur GQ du tuyau de *fuite*, ni augmenter la hauteur de ce tuyau, sans diminuer la vitesse de l'eau qui doit en sortir, lorsque la chute VDE demeure constante; l'on conçoit naturellement que la branche de fuite doit avoir une certaine hauteur, par rapport à la branche de chasse, pour que l'eau monte le plus haut qu'il est possible, & qu'elle vienne se rendre en même-tems avec le plus de vitesse qu'il est possible dans

*tuyau de conduite éleve le plus d'eau à la plus grande hauteur.*

la cuvette LM, afin que le plus grand produit, réponde à la plus grande élévation.

FIG. 1.

*Pour que la plus grande hauteur réponde à la plus grande dépense, il faut que la hauteur de la branche de fuite ne soit que les quatre neuviémes de celle de chasse.*

1212. Pour déterminer le *Maximum*, nous nommerons encore $a$, la hauteur VDE du tuyau de chasse, & $x$, la hauteur GQ du tuyau de fuite; ainsi la vitesse entiere de l'eau de la chute sera $\sqrt{a}$, & la vitesse respective $\sqrt{x}$, puisqu'elle est celle dont la hauteur QG peut être capable; & la vitesse de l'eau qui doit monter dans la branche de fuite, sera $\sqrt{a} - \sqrt{x}$, qui étant multiplié par $x$, quarré de la vitesse respective, qui exprime la résistance de la colonne qu'on veut élever; l'on aura $\sqrt{axx} - \sqrt{x^3}$, ou $a^{\frac{1}{2}} x - x^{\frac{3}{2}}$ pour la quantité de mouvement de la colonne de fuite, dont prenant la différentielle, pour l'égaler à zéro comme à l'ordinaire, il vient $a^{\frac{1}{2}} dx - \frac{3}{2} x^{\frac{1}{2}} dx$, ou $a^{\frac{1}{2}} = \frac{3}{2} x^{\frac{1}{2}}$, dont le quarré donne $a = \frac{9}{4} x$, ou $\frac{4}{9} a = x$; qui montre que *pour que la plus grande dépense réponde à la plus haute élevation, il faut que la branche de fuite n'aye pour hauteur que les quatre neuviémes de celle de chasse.*

*Quand la plus grande hauteur répond à la plus grande dépense, cette dépense n'est que le tiers de celle de la source.*

1213. Si l'on extrait la racine quarrée de $\frac{4}{9} a = x$, il vient $\frac{2}{3} \sqrt{a} = \sqrt{x}$, qui montre que la *vitesse respective, sera les deux tiers de la vitesse entiere, dont la chute* VDE *peut être capable;* que par conséquent la plus grande vitesse de l'eau à la sortie de l'orifice R, n'en sera que le tiers.

*Connoissant la dépense d'une source, la chute & le diamétre du tuyau de conduite, sçavoir à quelle hauteur toute l'eau peut être élevée.*

1214. Voulant appliquer à des exemples sensibles les regles que nous venons d'établir, nous supposerons dans le premier, que l'on a une chute de 40 pieds, au sommet de laquelle est une source qui fournit 20 pouces d'eau, que l'on veut conduire par un tuyau de 4 pouces de diamétre, à la plus grande hauteur qu'il est possible, au-dessus du niveau du pied de la chute.

Pour cela on réduira en pieds cubes la dépense dont il s'agit, en multipliant les 20 pouces d'eau de 28 ℔, (342) & en divisant le produit par 70 ℔, il viendra 8 pieds cubes. Il faut ensuite, selon l'article 1205, chercher la vitesse que doit avoir l'eau dans le tuyau de conduite, en multipliant les 8 pieds cubes par 183, & en divisant le produit par 16, quarré du diamétre du tuyau, il viendra 91 pieds 6 pouces pour la vitesse de l'eau par minute, qu'il faut diviser par 60, afin de l'avoir par secondes, qu'on trouvera d'un pied 6 pouces 3 lignes.

Présentement, il faut, en se servant des Tables du premier Volume, chercher la vitesse relative à la chute, en retrancher celle de l'eau dans le tuyau; & la chute capable de la différence de ces deux vitesses, déterminera la hauteur où l'eau peut être élevée,

pour y dépenser ce que fournit la source. Ainsi, en suivant l'article 471, on trouvera qu'une chute de 40 pieds est capable d'une vitesse de 49 pieds par seconde, d'où retranchant celle de l'eau que nous venons de trouver d'un pied 6 pouces 3 lignes, la différence sera 47 pieds 5 pouces 9 lignes pour la vitesse respective, dont la chute est de 37 pieds 7 pouces (472), qui est la hauteur où l'eau pourroit remonter, si sa vitesse n'étoit point retardée par les coudes & les frottemens des parois du tuyau. C'est pourquoi il faut, dans la pratique, donner à la branche de fuite moins de hauteur qu'on en trouvera par le calcul, & d'autant moins que la conduite sera plus longue, & qu'elle aura un plus grand nombre de coudes, ce qui ne peut gueres se déterminer que par l'expérience; mais je ferai abstraction de ces obstacles dans les autres exemples que je vais rapporter.

*Connoissant la hauteur où l'eau doit être élevée, & sa vitesse à la sortie de la branche de fuite, on demande la hauteur de la branche de chasse.*

1215. Si la hauteur où on veut élever l'eau étoit donnée, aussi-bien que la vitesse avec laquelle elle doit couler dans les tuyaux de conduite, & qu'on voulut connoître la hauteur du tuyau de chasse, pour que toute l'eau puisse remonter naturellement dans la cuvette avec la vitesse donnée; *il faudroit ajoûter cette vitesse, à celle dont peut être capable une chute égale à la hauteur où on veut élever l'eau, chercher la chute relative à la somme de ces deux vitesses, elle déterminera la hauteur d'où l'eau doit partir pour arriver au terme proposé.* (901)

Par exemple, l'on veut élever l'eau à une hauteur de 37 pieds 7 pouces, par le moyen d'un tuyau dans lequel elle doit couler avec une vitesse d'un pied 6 pouces 3 lignes; il faut ajoûter cette vitesse à celle dont est capable une chute de 37 pieds 7 pouces, qui est de 47 pieds 6 pouces 9 lignes; on trouvera 49 pieds pour la somme de ces deux vitesses, laquelle répond à une chute de 40 pieds, qui est la hauteur que l'on cherche.

*Les branches de chasse & de fuite étant données, & le diamétre du tuyau de conduite, on demande quelle pourroit être la dépense de ce tuyau.*

1216. Lorsque la hauteur des tuyaux de chasse & de fuite est déterminée, de même que la grosseur du tuyau de conduite; pour connoître la vitesse de l'eau qui doit y couler, par conséquent sa dépense, *il faut chercher les vitesses relatives à la chute & à la hauteur où on veut élever l'eau, la différence de ces deux vitesses sera celle qu'aura l'eau, qu'on n'aura plus qu'à multiplier par la superficie du cercle du tuyau.*

Par exemple, l'on a une chute de 80 pieds, répondant à un tuyau de conduite de 6 pouces de diamétre; l'on veut élever l'eau à 70 pieds de hauteur au-dessus du pied de la chute: on demande la quantité d'eau que la cuvette recevra par minute; il faut cher-

cher les vitesses relatives aux chutes de 80 & 70 pieds, qu'on trouvera de 69 pieds 3 pouces 4 lignes, & de 64 pieds 5 pouces 8 lignes, dont la différence donne 4 pieds 5 pouces 8 lignes par secondes, pour la vitesse que l'on cherche, qui étant multiplié par 36, quarré du diamétre, & le produit divisé par le nombre constant 183, donne $\frac{161}{183}$ pieds cubes pour la dépense par secondes, qui étant multiplié par 60, il vient $52\frac{4}{5}$ pieds cubes, ou $6\frac{3}{5}$ muids pour cette dépense par minute, en supposant que la source en soit capable.

*Connoissant la hauteur des branches de chasse & de fuite, & la dépense de la source, on demande quel doit être le diamétre du tuyau de conduite, pour qu'il soit capable de la dépense donnée.*

1217. De même connoissant la chute, la hauteur où on veut élever l'eau & la dépense de la source; l'on demande quel doit être le diamétre du tuyau, pour que la grosseur de ce tuyau soit proportionnée à la dépense.

*Il faut chercher les vitesses relatives à la chute & à la hauteur du tuyau de fuite; soustraire l'une de l'autre pour avoir celle de l'eau, ensuite multiplier la dépense réduite en pieds cubes par le nombre constant* 183. *diviser le produit par la vitesse de l'eau, & la racine quarrée du quotient donnera le diamétre que l'on demande;* (1206) par exemple, si l'on suppose que la hauteur de la chute, & celle du tuyau de fuite soient les mêmes que dans le cas précédent, la vitesse de l'eau sera de 4 pieds 5 pouces 8 lignes par secondes, ou de 268 pieds 4 pouces par minutes, & supposant aussi que la dépense de la source soit de $52\frac{4}{5}$ pieds cubes par minute; il faudra multiplier ce nombre par 183, & diviser le produit par $268\frac{1}{3}$ pieds, le quotient donnera 36, dont la racine est 6, pour le diamétre du tuyau, ce qui est bien évident, puisque nous nous sommes servi des mêmes grandeurs que dans l'exemple précédent.

*Attentions qu'il faut avoir dans la pratique pour que les regles précédentes ayent lieu.*

1218. Pour que les regles que nous venons d'établir puissent avoir lieu dans la pratique, il faut que le niveau de l'eau de la cuvette, ou du réservoir, soit toujours entretenu à la même hauteur; que sa surface au-dessus de l'orifice du tuyau de chasse, soit assez élevé pour fournir à ce tuyau plus d'eau, qu'il ne s'en peut dépenser par l'orifice de fuite, & c'est ce qui pourra arriver, *lorsque la vitesse de l'eau à sa sortie de la cuvette, multipliée par le quarré du diamétre de la soupape qui répond au fond de la même cuvette, donnera un produit plus grand, que celui de la vitesse de l'eau à sa sortie de la branche de fuite, par le quarré du diamétre de son orifice;* car il faut que la branche de chasse soit toujours parfaitement pleine comme si l'eau y étoit dormante, afin qu'elle soit capable de l'impulsion de la chute sur laquelle on aura fait le calcul. (532)

*Remarques sur l'action*

1219. Il faut aussi que la cuvette soit assez grande, pour contenir une quantité d'eau capable de fournir sans interruption à la dé-

pense de la conduite, & prendre bien garde qu'il ne se forme dans l'eau un entonnoir au-dessus de l'orifice de chasse, (527) parce qu'il pourroit arriver que l'eau se soutiendroit toujours au même niveau contre les parois de la cuvette; sans que pour cela, la branche de chasse fût parfaitement pleine, l'eau pouvant s'engorger à l'entrée du tuyau de chasse, & faire croire que ce tuyau est plein quoiqu'il y ait un vuide vers le sommet qui diminuera la hauteur de la colonne de chasse. Il faudroit donc, pour éviter cet inconvénient, évaser le tuyau de cette colonne vers le sommet & même le faire d'un diamétre au-dessus de ce qu'il devroit être, afin que la vitesse de l'eau, en descendant, soit la moindre qu'il est possible, pour qu'au pied de la chute, sa force absolue ne soit point altérée. Au reste il n'est guere possible, malgré ces attentions, que l'eau puisse jamais avoir à la sortie d'un tuyau de chasse, la même force que si elle sortoit par le fond d'un réservoir fort spacieux de même hauteur que la chute, & où l'eau n'auroit, en descendant, qu'une vitesse insensible. Car l'eau que dépense un tuyau vertical ne pouvant être remplacée par les côtés, puisque la source est au sommet, il faut nécessairement qu'elle ait, en descendant, une vitesse égale à celle de l'eau qui coule dans la conduite, ou si l'on veut, qui sort de l'orifice de suite; ce qui est cause que l'eau vers le pied de la chute, se dérobe, pour ainsi dire, à l'impression de celle qui la chasse, dont elle ne peut recevoir qu'une poussée relative, parce qu'il ne regne point dans toute la hauteur du tuyau, cette contiguité de parties d'eau qui se rencontre dans l'eau dormante, & qui fait le progrès de la poussée, de laquelle résulte la force absolue. *de l'eau qui coule dans des tuyaux de conduite.*

Il suit de ce raisonnement, que plus l'eau qui coule dans une conduite, a de vitesse, & plus la force absolue de la colonne de chasse est altérée, & comme la cause ne peut être modifiée, que ses effets ne le soient aussi; l'on peut conclure que les dépenses que l'on trouvera par le calcul, surpasseront toujours celles que donnera l'expérience, indépendamment du déchet causé par le frottement de l'eau contre les parois du tuyau de conduite, qui doivent nécessairement en diminuer la vitesse, par conséquent la dépense.

1220. Pour insinuer le sentiment que l'on doit avoir, de la nature du frottement dont nous parlons, il faut considérer que les tuyaux n'étant point alaisés, leurs parois comprennent une infinité de parties saillantes, dont les surfaces opposées à la direction de l'eau, font rejaillir celle qui vient les rencontrer, qui se trouvant renvoyée sur ses pas, s'oppose au courant de celle qui suit, & en modifie la vitesse; ce qui n'arrive sensiblement qu'aux parties de *Quelle est la nature des frottemens de l'eau dans les tuyaux de conduite.*

l'eau, qui approchent le plus de la surface du tuyau; mais comme cette diminution de vitesse se communique selon une certaine gradation, aux autres parties de l'eau qui répondent à l'axe du tuyau, *ce n'est donc plus que par une vitesse moyenne entre la plus petite & la plus grande, c'est-à-dire, entre celle des parties de l'eau qui approchent le plus des parois du tuyau, & celle des parties qui répondent à l'axe, qu'on doit exprimer la vitesse uniforme de l'eau modifiée par rapport à sa vitesse naturelle.*

Comme un petit tuyau de même longueur qu'un autre plus gros, a plus de surface à proportion du volume d'eau qu'il contient, que le gros tuyau n'a de surface par rapport aussi au volume d'eau qu'il contient, réciproquement comme le diamétre du second tuyau est au diamétre du premier, (492.) *il suit que le rapport du déchet de l'eau du petit tuyau, à sa dépense naturelle, doit être au rapport du déchet du gros tuyau, à sa dépense naturelle, réciproquement, comme le diamétre du second, est au diamétre du premier,* (493) toute chose d'ailleurs égale; par conséquent tout ce que nous avons dit de général sur le frottement de l'eau, dans la huitiéme section du troisiéme chapitre du premier livre, peut s'appliquer au calcul du déchet de l'eau qui coule dans des tuyaux de même longueur.

*Les frottemens de l'eau dans les tuyaux, en retardent la vitesse, selon l'ordre des termes d'une progression arithmétique.*

1221. La cause qui produit les frottemens dans un même tuyau, se trouvant continuellement repétée le long du chemin que l'eau doit parcourir; *l'on voit que sa vitesse doit aller en décroissant, selon l'ordre des termes d'une progression arithmétique, dont le premier seroit exprimé par la vitesse naturelle de l'eau, à son entrée dans le tuyau de conduite, (que je suppose rectiligne & horisontal) & le dernier par la vitesse effective à la sortie du même tuyau.* Or si l'on suppose la longueur du tuyau divisée en un grand nombre de parties égales, la vitesse de l'eau devant diminuer à mesure que ses parties se présentent, cette diminution se fera dans l'ordre renversé de l'augmentation du tuyau.

FIG. 2.

Selon ce raisonnement, prenant la hauteur C D du trapeze A B C D pour la longueur du tuyau, la base A D, pour la vitesse naturelle de l'eau au pied de la chute, & le côté B C, pour sa vitesse effective à la sortie de l'orifice de suite; tous les élémens de ce trapeze exprimeront les vitesses différentes qu'aura eu l'eau avant d'arriver au point C, où étant parvenue, elle restera uniforme à la sortie du tuyau, ainsi que dans toute sa longueur.

*Formule pour trouver la vitesse retardée de l'eau*

1222. En suivant cette idée, il s'agit de sçavoir quelle seroit la vitesse uniforme de l'eau, à la sortie G, d'un autre tuyau dont la longueur D G seroit moindre que D C; en supposant que les branches de chasse & de suite, sont les mêmes que dans le premier cas.

Pour

Pour cela nous nommerons L, la longueur DC du premier tuyau; $l$, celle d'un autre plus court, mais de même diamétre; V, la vitesse naturelle AD de l'eau au pied de la chute; $u$, la vitesse effective BC trouvée par une expérience.

*dans les tuyaux de conduite.*

Menant la parallele FG à la base AD, & la perpendiculaire BE, l'on aura CG ou BH $= L - l$, & AE $= V - u$; ainsi l'on pourra tirer des triangles semblables, BEA, BHF, la proportion suivante: BE(L), EA($V-u$) :: BH($L-l$), HF $= \frac{\overline{V-u}\times\overline{L-l}}{L}$, qui donne FH $= V - u + \frac{ul - Vl}{L}$, à quoi ajoûtant BC ou HG ($u$), il vient FG $= V - u + u + \frac{ul - Vl}{L}$, ou FG $= V + \frac{\overline{u - V}\times l}{L}$, qui montre que *pour avoir la vitesse qu'aura l'eau à la sortie* G *du tuyau* DG, *il faut prendre la différence de sa vitesse naturelle à la vitesse effective, multiplier cette différence par la longueur du tuyau le plus court, diviser le produit par la longueur de l'autre, & soustraire le quotient de la vitesse naturelle, le restant donnera la vitesse que l'on cherche.* FIG. 2.

1223. Il est bon de remarquer que dans le premier cas, le tuyau pourroit être d'une telle longueur, que l'eau cesseroit entierement de couler pendant un tems, après être arrivée à un certain point, parce que la progression des vitesses allant en diminuant, il doit y avoir un terme qui se réduit à *zéro*, & qui se rencontrera au point N où vont se joindre les côtés prolongés AB, DC; alors la longueur DN du tuyau (que nous nommerons $l$), exprimera celle qui répond à la plus petite vitesse; & comme les triangles semblables ABE, AND, donnent AE ($V-u$), EB(L) :: AD (V), DN $= \frac{LV}{V-u}$, *l'on trouvera la longueur du tuyau qui répond à la plus petite vitesse de l'eau, en multipliant celle du tuyau d'expérience* DC *par la vitesse naturelle de l'eau au pied de la chute, & divisant le produit par la différence de la vitesse naturelle à la vitesse effective, trouvée par l'expérience.*

*Dans une conduite extrêmement longue, les frottemens pourroient altérer la vitesse de l'eau jusqu'à la rendre nulle.*

Si l'on vouloit connoître la vitesse KL d'un autre tuyau DL, (que nous nommerons encore $l$) plus grande que celle du tuyau d'expérience, & moindre que celle qui répond à la plus petite vitesse; considerez que les triangles semblables ABE, AKI donnent encore BE(L), AE($V-u$) :: LD ou KI(L), AI $= \frac{\overline{V-u}\times l}{L}$, & comme l'on a AD(V) — AI = ID ou KL; l'on aura donc KL $= V + \frac{\overline{u - V}\times l}{L}$, *qui montre qu'il faut prendre la différence des deux*

FIG. 2. *vitesses extrêmes du tuyau d'experience, la multiplier par la longueur donnée du tuyau, diviser le produit par la longueur du tuyau d'expérience, & soustraire le quotient de la vitesse naturelle, pour avoir la différence, qui sera la vitesse que l'on cherche.*

*La vitesse de l'eau peut être encore beaucoup retardée par les condes & les cascades qui se rencontrent dans les conduites. Expériences de M. Couplet sur ce sujet.*

1224. Si l'eau qui coule dans des tuyaux, n'avoit point d'autres obstacles à surmonter que ceux qui naissent de la part des frottemens, l'on pourroit à l'aide de quelques expériences, déduire de ce qui précede, des regles assez exactes pour s'en servir dans la pratique; mais comme il arrive presque toujours que les grandes conduites, au lieu d'aller en lignes droites, vont en zigzag & même en ondoyant ou par cascades, à cause de la nécessité de les assujettir à la disposition du terrain, ce qui retarde beaucoup la vitesse de l'eau, ce n'est gueres qu'avec le secours d'un grand nombre d'expériences, faites dans les principaux cas, qu'on peut appliquer avec succès la théorie à la pratique. C'est à quoi l'on peut esperer de parvenir, depuis que M. Coupleta donné dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, de l'année 1732, un détail bien circonstancié de toutes les opérations qu'il a faites autrefois avec M. son pere & M. Villiard, sur la dépense des tuyaux de conduites qui amenent l'eau dans les reservoirs de Versailles, qui est peut-être le seul endroit du monde, où l'on trouve tout ce que l'on peut désirer, pour faire des expériences de la nature de celles dont nous parlons. J'avouerai que sans le secours que j'ai tiré des observations de ces Messieurs j'aurois été fort en peine de sçavoir où puiser les lumieres qui me manquoient, pour donner dans ce chapitre toutes les instructions dont peuvent avoir besoin ceux qui font travailler à la conduite des eaux; mais si l'équité m'oblige à publier le mérite des expériences de M. Couplet, ce que l'on doit à la verité, ne me permet pas de dissimuler que les conséquences qu'il en a tiré, ne sont point justes, comme on en pourra juger après avoir lû l'article suivant.

*Ceux qui ont écrit sur le mouvement des Eaux, se sont trompés, en exprimant la vitesse de celle qui devoit couler dans les tuyaux de conduite, par*

1225. Ceux qui ont écrit jusqu'ici sur le mouvement des eaux, ont prétendu que lorsqu'on avoit un siphon, dont la branche de *chasse* CE, répondoit à une cuvette AB, toujours entretenue pleine d'eau, la *vitesse* de celle qui sortoit par la branche *de fuite* GK, *devoit être exprimée par la racine quarrée de l'excès* VO, *du niveau* AX, *au-dessus du sommet* QK *de la branche de fuite*; dans la pensée que les deux colonnes TE, QS étant en équilibre, il n'y avoit que la seule TYVO qu'ils ont nommé *Charge*, qui causoit la dépense, laquelle selon eux, devoit être la même que celle qui se feroit par le fond TO, s'il étoit détaché du siphon; c'est-à-dire, qu'en fai-

*la racine quarrée de la hauteur de la charge.*

*FIG. 1.*

sant abstraction de tout obstacle, la vitesse de l'eau à la sortie de la branche de fuite, *devoit être égale à celle qu'un corps peut acquerir en tombant de la hauteur* VO *de la charge*; au lieu que nous avons démontré dans l'article 1208, *que cette vitesse devoit être exprimée par la différence de celle dont les chutes de chasse & de fuite pouvoient être capables*, parce que la colonne de chasse YE, agissant avec une force *relative égale au poids de la colonne de fuite* QS *de même hauteur que* TE, *sa quantité de mouvement, est nécessairement égale au produit de la vitesse de l'eau dans la conduite* EN, *& du quarré de sa différence avec la vitesse correspondante de la chute* VE. Or comme la racine quarrée de cette chute est moindre que la somme des racines de ses parties VO & OE, par la raison que l'hypoténuse d'un triangle rectangle est moindre que la somme des deux autres côtés, l'on voit encore un coup que la vitesse de l'eau à la sortie de l'orifice R, ne peut être exprimée par la racine quarrée de la hauteur de la charge, qui sera toujours beaucoup plus grande que la différence des racines des chutes de chasse & de fuite.

*L'on mérite plus d'excuse que de blâme, lorsqu'on se trompe sur des sujets qui ne sont pas de pure géometrie, & quand on ne fait que suivre ce qui a déja été établi par des Auteurs célebres.*

1226. Ces reflexions ayant échappé à M. Couplet, il a suivi la méthode qui étoit en usage, c'est-à-dire, d'estimer la vitesse de l'eau *par les racines des charges*, & non par la différence de celles des chutes, ce qui l'a jetté dans des erreurs considérables de calcul, lorsqu'il a voulu estimer la dépense *naturelle* des tuyaux sur lesquels il a fait ses expériences, pour la comparer avec la dépense *effective*; mais les plus grands Géométres sont sujets à se tromper lorsqu'il s'agit des matieres qui ont rapport à la Physique, sans qu'on puisse leur en faire un reproche legitime, sur tout lorsque l'erreur a été transmise par un nombre d'auteurs célébres. A cela près le Mémoire de M. Couplet comprend d'excellentes choses sur la maniere de mesurer des eaux avec précision, comme on en va juger par l'extrait que voici, qui pourra faire naître de nouvelles lumieres à ceux qui ne sont point à portée de lire cet ouvrage tel que l'Auteur l'a donné.

*Extrait du Memoire de M. Couplet sur la mesure des Eaux.*

1227. M. Couplet commence par remarquer que quoique les loix du mouvement des eaux, ayent fait l'objet des recherches de plusieurs habiles Mathématiciens, le fruit qu'ils en ont tiré se réduit seulement à quelques regles sur la hauteur & la dépense des jets, qui ne peuvent être d'un grand avantage dans la pratique, parce que leurs expériences n'ont été faites que sur des conduites très-courtes, ou sur des conduites terminées par des ajutages, dans lesquelles conduites l'eau n'a pas à beaucoup près les mêmes frottemens que dans les grandes, & d'où l'eau sort à gueule bée, c'est-

à-dire, par un orifice égal au cercle du tuyau; ainsi ils n'ont pû observer les différences considérables qui se rencontroient entre les quantités d'eau que l'expérience devoit donner, & celles que l'on trouvoit par leurs regles. A cette occasion M. Couplet rapporte, *qu'une conduite, qui suivant les mêmes regles, auroit dû fournir 61 pouces d'eau, n'en a fourni que 2 pouces 3 lignes, parce qu'elle étoit extrêmement longue, & qu'elle versoit ses eaux à gueule bée.*

Après cela, M. Couplet donne le détail du nivellement des cinq profils de conduite sur lesquels il a fait ses expériences avec M. son pere & M. Villiard; mais avant que d'entrer dans le détail des mêmes expériences, M. Couplet fait observer que la jauge des eaux se faisant toujours extrêmement en petit, la moindre erreur dans l'expérience fondamentale devient considérable, parce qu'elle se trouve répetée dans le calcul total; c'est pourquoi, il insinue qu'on ne sçauroit trop s'attacher à connoître la nature & la valeur des erreurs où l'on peut tomber.

Par exemple, comme il est presque impossible en se servant d'un étalon cubique, comme on fait ordinairement, de pouvoir juger à plus d'une ligne, ou d'une demie ligne près, s'il est parfaitement plein, il arrive que l'erreur regnant sur toute l'étendue de la surface de l'eau, elle se trouvera d'autant plus multipliée, que l'étalon aura une plus grande base; c'est pourquoi M. Couplet, pour éviter cet inconvénient, voudroit qu'on se servit d'un étalon piramidal si pointu, qu'une ligne de plus ou moins de hauteur d'eau à son extrémité superieure, pût être comptée pour rien par rapport à tout le volume de l'eau qu'il contient, & que l'étalon fut divisé par un nombre de diaphragmes, pour calmer la rapidité de l'eau, & empêcher les ondulations qui peuvent rendre la jauge équivoque.

Ensuite M. Couplet démontre géométriquement que les erreurs dans la jauge d'une même source, avec différens étalons, sont réciproques aux capacités des mêmes étalons, & que les erreurs qui résultent dans la jauge de différentes sources, avec un même étalon, sont entre elles comme les quarrés des dépenses ou valeurs des mêmes sources.

A l'égard des erreurs qui naissent de la part du tems employé à remplir l'étalon, M. Couplet fait voir que ce sont celles qui tirent le plus à conséquence, parce que le calcul les repetant sur une plus grande quantité d'eau, elles seront d'autant plus considérables, que les sources seront plus abondantes. Or comme, par la raison contraire, moins la source aura de rapidité, & moins l'erreur qui peut naître d'une demie-seconde de plus ou de moins sera sensible,

M. Couplet trouve le moyen de diminuer la rapidité des sources, sans altérer leur dépense naturelle, & cela en les partageant en un nombre de rameaux, qui pourront être regardés comme autant de sources séparées, dont la rapidité de chacune sera d'autant moindre que sa dépense sera une plus petite partie de la dépense totale. Par exemple, si l'on divise la source en deux rameaux égaux, chacun employera à son écoulement, un tems double de celui de la source totale; alors ne se trouvant que la même erreur sur un tems double, elle ne sera que la moitié de ce qu'elle eut été, si le tems de la jauge n'avoit été que la moitié de celui qu'on aura employé. Par la même raison, quand la source sera divisée en trois rameaux, l'erreur ne sera que le tiers de ce qu'elle eut été sans cette division; ainsi des autres.

M. Couplet ayant remarqué que M. Mariotte avoit estimé le pouce d'eau, tantôt 14 pintes, & tantôt 13 pintes $\frac{1}{4}$, n'a pas voulu suivre les expériences de cet Auteur, & s'en est tenu à celles qui ont été faites par Messieurs Roëmer, Picard & Villiard, qui s'accordent tous à donner 13 pintes $\frac{1}{3}$ mesure de Paris, à la valeur du pouce d'eau. J'ajouterai que M. Couplet s'est servi pour étalon dans ses expériences, d'un vaisseau qui contenoit 896 pouces cubes d'eau, valant 18 pintes $\frac{2}{3}$ & que pour plus de commodité, il a calculé des tables pour la mesure des eaux, dont les tems sont partagés de demi-secondes en demi-secondes; ainsi en se servant de ces tables, l'on trouve qu'une source qui rempliroit en une demi-seconde, l'étalon dont il se sert, dépenseroit 188 pouces d'eau par minute, & que celle qui le remplira en trois demi-secondes, ne dépensera que 56 pouces, ainsi des autres.

Au reste comme mes remarques ne regardent seulement que les expériences rapportées par M. Couplet, j'ai cru devoir les copier à la lettre, aussi-bien que les conséquences qu'il en a tiré, s'agissant d'opérations de pratique, qui ne peuvent être mieux expliquées que par celui même qui les a faites.

## *Expérience de M. Couplet sur la Mesure des Eaux qui coulent dans des Tuyaux de Conduite.*

» 1228. La troisiéme figure est le profil d'une conduite de fer » de 4 pouces de diametre qui menoit autrefois l'eau du reservoir » de la Place Dauphine, dit le reservoir des Bonnes-Eaux, dans » celui des petites Ecuries de Versailles. *Détail des nivelemens qui appartiennent au premier profil.*

» ABC est le reservoir de la Place Dauphine, qui est en forme

FIG. 3. » de prisme droit, dont la base est un quarré d'environ 2 pieds de » côté, & sa hauteur est de 2 pieds 8 pouces; il est situé dans la rue » Dauphine, en une maison du Roi, communément dite la maison » des Bonnes-Eaux, il tire ses eaux du regard quarré près S. An- » toine; ce regard les reçoit de Bailly & du Chesnay, qui sont deux » villages à droite & à gauche de Roquancout sur le chemin de » Marly.

» A, est une soupape placée au fond du reservoir de la Place Dau- » phine; elle est de 6 pouces de diametre: à cette soupape s'abou- » che un tuyau descendant de plomb, & du même diametre de 6 » pouces dans la longueur seulement d'environ 6 pieds, au bout » duquel s'abouchoit un second tuyau descendant aussi de plomb, » mais de 4 pouces seulement de diametre, comme tout le reste de » la conduite.

» Ces deux tuyaux descendans formoient ensemble une longueur » verticale de 23 pieds 4 pouces, faisant en D un coude tel que le » marque le profil, d'où la conduite continuoit en remontant une » pente DF de 133 toises 5 pieds 9 pouces de long sur une hauteur » verticale ED de 16 pieds 6 pouces 3 lignes. D'où l'on voit que » la longueur horisontale EF étoit d'environ 133 toises 5 pieds 7 » pouces qui ne différent de la ligne même de conduite que d'en- » viron 2 pouces.

» Du point F, elle continue de monter jusqu'en H; mais par une » pente plus douce FH de 59 toises de long sur une verticale FI de » 1 pied 1 pouce; d'où l'on voit que la longueur horisontale IH, » n'étoit que d'environ 1 pouce moindre que la ligne de condui- » te FH.

» Du point H, elle descendoit en *x* par une pente H*x* de 34 toi- » ses 1 pied, faisant en chemin au point M un petit coude insensi- » ble, & ayant pour hauteur verticale *x*R, 4 pieds 1 pouce 3 lignes; » d'où l'on voit que la longueur horisontale HR n'étoit que de quel- » ques lignes moindre que la ligne de conduite HM*x*.

» Ensuite du point *x*, elle remonte au point N par une pente *x*N » de 14 toises 5 pieds, faisant sur la longueur au point R un petit » coude, & ayant pour hauteur verticale *x*V, 2 pieds 10 pouces; » d'où l'on voit que la longueur horisontale VN, étoit de très- » peu moindre que la ligne même de conduite *xr*N.

» Enfin du point N où elle étoit arrondie, elle s'élevoit par une » conduite de plomb NO du même diametre de 4 pouces, allant » verticalement en O au fond du reservoir des petites Ecuries, ayant » pour cette hauteur verticale NO, 6 pieds 3 pouces, & par l'extré-

» mité O de ce tuyau montant, l'eau fortoit à gueule bée, & c'eſt
» à cette ſortie que nous avons fait nos premieres expériences.

» L'on voit que les différences qui ſont entre les lignes de niveau
» & les lignes de conduite, ſont aſſez petites pour être négligées
» par rapport au frottement, puiſque cette ligne totale LO, ne ſe FIG. 3.
» trouve que de 4 à 5 pouces ſeulement plus courte que la ligne
» totale de conduite DFHxN, qui eſt de 291 toiſes 5 pieds 9 pou-
» ces.

» Il eſt bon de remarquer que dans le profil les ſinuoſités hori-
» ſontales que cette conduite trace ſur le terrein n'y ſont point mar-
» quées, cependant elle ne ſe rendoit point d'un lieu à un autre,
» ſuivant une ligne abſolument droite; elle faiſoit pluſieurs coudes
» que l'on avoit arrondis pour adoucir le choc de l'eau contre les
» parois; mais toute la longueur de la conduite eſt exprimée dans
» le profil.

» Le tuyau deſcendant DA eſt de 23 pieds 4 pouces.

» Le développement DFHMxRN de la conduite de fer eſt de
» 271 toiſes 5 pieds 9 pouces.

» Et le tuyau montant NO eſt de 6 pieds 3 pouces, enſorte que
» la conduite entiere eſt de 296 toiſes 5 pieds 4 pouces, ſans y
» comprendre la hauteur ABC du reſervoir de 2 pieds 8 pou-
» ces.

» Au-deſſus des reſervoirs différens de la Place Dauphine qui
» ſont de plomb, dans lequel les eaux qui viennent du regard quar-
» ré près S. Antoine, entrent par le fond au moyen d'un tuyau
» montant qui les y répand.

» A ce chaîneau ou reſervoir de diſtribution, ſont fondés plu-
» ſieurs robinets qui repandent leurs eaux dans autant de reſervoirs
» particuliers, enſorte que par ce moyen, l'on fournit à celui deſ-
» dits reſervoirs l'on veut, tant & ſi peu d'eau que l'on ſouhaite, en
» ouvrant plus ou moins les robinets qui leur ſont deſtinés.

» 1229. Premierement, l'on n'a laiſſé entrer dans le reſervoir de
» la Place Dauphine, que ſuffiſamment d'eau pour l'entretenir à ni-
» veau du deſſus de l'ouverture de la ſoupape A, placée au fond *Premiere*
» dudit reſervoir, lequel deſſus de cette ſoupape eſt élevé de 9 pou- *expérience,*
» ces au-deſſus du niveau du bout ſupérieur O du tuyau de ſortie *au ſujet du*
» à gueule beé auſdites petites Ecuries. *premier profil.*

» Alors en nous ſervant de notre étalon de 896 pouces cubiques,
» c'eſt-à-dire, de 18 pintes $\frac{2}{7}$, meſure de Paris, ou 12 pintes, me-
» ſure de S. Denis, comme nous l'avons annoncé ci-devant, l'on
» a reçû toute l'eau qui ſortoit à gueule bée par l'extrêmité O du

FIG. 3. » tuyau montant aux petites Ecuries, toujours sous la même charge AL de 9 pouces, & notre étalon s'est empli en $\frac{12}{2}$ secondes, » ce qui donne, comme la table le montre, 2 pouces 6 lignes » d'eau d'écoulement par minute.

*Seconde expérience sur le même.*

1230. » Secondement, l'on s'est servi du même moyen pour » entretenir la superficie d'eau en B, à un pied au-dessus de l'ouverture de soupape ; ensorte que cette superficie d'eau étoit » alors de 21 pouces au-dessus du niveau de la sortie O du tuyau » montant aux petites Ecuries.

» Alors on a reçû de notre même Etalon toute l'eau qui étoit capable de conserver cette même hauteur de superficie, & il s'est » rempli en $\frac{10}{2}$ secondes, ce qui donne, comme la table le montre, » 4 pouces d'eau par minute qui sortoit ausdites petites Ecuries, » avec une charge B L de 21 pouces, au lieu de deux pouces 63 » lignes ci-dessus, sous une charge de 9 pouces de hauteur d'eau.

*Troisiéme expérience sur le même.*

1231. » Troisiémement, l'on a de la même maniere entretenu » l'eau en *c*, dans le réservoir de la Place Dauphine à 22 pouces » au-dessus de l'ouverture de la soupape A, c'est-à-dire, à 31 pouces au-dessus du niveau du bout O de sortie de conduite aux petites Ecuries.

» Alors on a reçû dans notre étalon toute l'eau qui étoit capable

FIG. 3. » d'entretenir la superficie d'eau audit point C, & il s'est rempli » en $\frac{1}{2}$ secondes ; ce qui donne, comme la table le montre, 5 » pouces 60 lignes, qui sortoient ausdites petites Ecuries, sous » une charge C L de 31 pouces de hauteur d'eau.

*Résultats des expériences précédentes.*

1232. » Par ces trois expériences, nous trouvons toute l'eau que » cette conduite de 4 pouces de diamétre, & d'environ 300 toises » de longueur, dépensoit à gueule bée sous ces trois charges différentes.

» Sçavoir, avec une charge de 9 pouces, cette conduite dépensoit 2 pouces 63 lignes, ou, ce qui est le même, comme » on le voit dans la table, 162 muids 92 pintes en 24 heures.

» Avec une charge de 21 pouces, elle dépensoit 4 pouces d'eau » ou 266 muids, 192 pintes en 24 heures.

» Et avec une charge de 31 pouces, elle dépensoit 5 pouces » 60 lignes d'eau, ou 361 muids 84 pintes en 24 heures.

» *L'on voit que ces quantités d'eau écoulées ne sont point entr'elles » dans le rapport des racines de leurs charges, comme le prétend M. » Mariotte, & comme elles devroient être, conformément à l'accélération des vitesses dans la chute des corps, s'il n'y avoit point d'obstacles » qui les empêchassent de suivre cette Loi.*

» En

» En effet, dans les trois expériences que nous venons de rap-
» porter, les trois *charges* sont 9, 21, 31 pouces, dont les racines
» sont environ 3, $4\frac{4}{9}$ & $5\frac{6}{11}$, lesquelles se trouvent entr'elles ex-
» primées par 297, 451 & 549.

» Mettant aussi sous une même expression les quantités d'eau
» écoulées, nous aurons 351, 576 & 780 lignes d'eau.

» Or pour que les quantités d'eau écoulées fussent dans le rap-
» port de leurs charges, il faudroit que l'expérience qui a donné
» 351 lignes d'eau dans la premiere observation, nous eût don-
» né 533 lignes dans la seconde observation, au lieu de 576 que
» l'expérience nous a donné.

« Et il faudroit de même que cette expérience qui a donné les
» 351 lignes d'eau dans la premiere observation, nous eût donné
» 655 lignes $\frac{1}{2}$ dans la premiere observation, au lieu de 780, que
» l'expérience nous a fourni.

» Ensorte que les dépenses d'eau seroient alors de 351, 533,
» 655 lignes $\frac{1}{2}$, au lieu que les vrayes dépenses fournies par l'expé-
» rience même sont de 351, 576, 780 lignes, ce qui est très-dif-
» férent du rapport des racines des charges 297, 451, 549.

» Ces différences font voir la nécessité indispensable de con-
» noître la théorie des frottemens des eaux dans les tuyaux de
» conduite, & c'est l'expérience seule qui peut nous y conduire,
» comme tous les Sçavans qui ont entrepris de traiter cette ma-
» tiere, l'ont bien senti.

» Mais l'on ne peut parvenir à la connoissance de cette dimi-
» nution de vitesse d'eau, occasionnée par le frottement de ces
» mêmes eaux contre les parois internes de leurs conduites, que
» par une très-longue suite d'expériences, puisque c'est de cette
» suite que l'on pourroit conclure la loi que les eaux se trouvent
» forcées de suivre, suivant les différentes circonstances que les
» diverses conduites leur présentent; car dans cette suite d'expé-
» riences, qui ne peuvent être trop nombreuses, l'on pourroit
» découvrir les progressions qu'il y a lieu de croire qui s'obser-
» vent dans l'écoulement des eaux.

» Selon cette idée, les expériences que je rapporte ici ne doi-
» vent être regardées que comme un essai, puisque par leur trop
» petit nombre elles se trouvent insuffisantes, pour parvenir à cet-
» te connoissance, mais du moins auront-elles l'avantage d'avoir
» servi à indiquer la voye que je crois qu'il convient de suivre
» dans ces recherches.

1233. » M. Mariotte, pag. 265, dit: J'ai trouvé par plusieurs ex-

*Analogies, calculs & conséquences de M. Couplet, au sujet de la premiere expérience.*

» périences très-exactes, qu'une ouverture ronde de 3 lignes de » diamétre, étant de 13 pieds au-dessous de la surface supérieure » de l'eau d'un large tuyau, donnoit 1 pouce, c'est-à-dire, qu'il » en sortoit pendant le tems d'une minute 14 pintes, mesure de » Paris, de celles qui pese 2 ℔, & dont les 35 font le pied cube. » Ce sont ses paroles; cependant la mesure d'un pouce doit être » exprimée par 13 pintes $\frac{1}{3}$ de celles de 48 pouces cubiques, & dont » le pied cubique en contient 36, comme je l'ai dit ci-devant.

» De cette regle établie par M. Mariotte, pour mesurer les eaux » jaillissantes, l'on doit conclure que par une ouverture circulaire » de 4 pouces de diamétre, c'est-à-dire, 16 fois plus large que cel- » le de 3 lignes de l'expérience de M. Mariotte, laquelle ouver- » ture aura par conséquent 256 fois plus de surface, il sortira 256 » pouces d'eau par minute.

» Maintenant, pour sçavoir ce qu'il sortira de pouces d'eau sous » une charge de 9 pouces, par une ouverture circulaire de 4 pou- » ces de diamétre, l'on fera cette analogie.

» Comme la racine de 13 pieds ou de 156 pouces, laquelle est » environ 12 pouces $\frac{1}{2}$, est à la racine de 9 pouces, laquelle ra- » cine est 3; ainsi la dépense de 256 pouces d'eau, est à la quantité » de pouces d'eau que doit fournir notre ouverture circulaire de » 4 pouces de diamétre sous 9 pouces de charge.

» Cette Analogie est, 12 $\frac{1}{2}$ est à 3, comme 256 est à un quatriéme » terme, qui est de 61 pouces d'eau & $\frac{11}{25}$ pour une ouverture de » 4 pouces sous une charge de 9 pouces, au lieu que l'expérience » que nous avons faite à Versailles, ne nous a donné que 2 pouces » 63 lignes, ce qui donne une différence d'environ 59 pouces » d'eau, ou 786 pintes $\frac{2}{3}$ par minute; ce qui est très-considérable.

» On ne fait point attention au frottement de l'eau contre le » tuyau dans l'expérience de M. Mariotte; car, comme il y a lieu » de croire, il étoit très-foible, n'ayant de frottement à souffrir » que celui qui se faisoit sur la plaque contre les parois du trou de » sortie, puisque le tuyau étant très-large, l'eau descendoit très- » lentement dans ce tuyau, pour fournir le pouce d'eau qui sor- » toit par l'ouverture de 3 lignes, & que le frottement est d'autant » moins considérable que la vitesse de l'eau est plus petite.

» Et si l'on peut regarder comme *zéro* le frottement qu'il y a eu » dans l'expérience de M. Mariotte, l'on doit donc attribuer ces » 59 pouces d'eau de différence au frottement qui s'est trouvé, se- » lon notre expérience, dans le tuyau de 4 pouces de diamétre, & » d'environ 300 toises de longueur sous une charge de 9 pouces,»

» qui donnoit son eau à gueule bée ; & il est étonnant que ce frottement de l'eau contre les parois de ce tuyau ait causé une diminution d'écoulement d'eau, environ 30 fois plus grande que la quantité d'eau qui est sortie par cette conduite.

» Maintenant ce principe d'expériences étant établi, il n'y a qu'à faire un grand nombre d'expériences avec ce même tuyau de 4 pouces, sous des charges différentes, & par ce moyen l'on aura la progression qui entrera dans les frottemens que nous cherchons sous différentes charges, ou ce qui est le même, avec des vitesses différentes.

## *Remarques sur les Expériences faites au sujet du premier Profil.*

*Examen de la maniere dont la premiere expérience a été faite.*

1234. Voilà à la lettre ce qu'a écrit M. Couplet, au sujet des expériences faites avec un tuyau de 4 pouces de diamétre ; il s'agit d'examiner présentement si les conséquences qu'il en a tiré sont justes. » Premierement, dit-il, l'on n'a laissé entrer dans le réservoir de la Place Dauphine que suffisamment d'eau pour l'entretenir à niveau du dessus de l'ouverture de la soupape A, placée au fond dudit réservoir, lequel dessus de cette soupape est élevé de 9 pouces au-dessus du niveau du bout supérieur O du tuyau de sortie à gueule bée ausdites petites Ecuries.

Selon ce raisonnement, l'on ne sent pas que la branche de chasse ait pû être toujours entretenue entierement pleine, puisque l'eau du réservoir ne pouvoir entrer dans le tuyau qu'en coulant le long des bords de la soupape, qui se trouvoient affleurés par la surface de l'eau même ; tout ce que l'on peut dire, c'est qu'il se rendoit aux petites Ecuries autant d'eau qu'on en laissoit entrer dans le réservoir de la Place Dauphine, c'est-à-dire, 2 pouces 63 lignes. Car en se rappellant ce que nous avons observé dans les articles 1218, 1219, l'entrée du tuyau pouvoit être engorgée d'eau, sans qu'il y eût effectivement une charge de 9 pouces. Quoiqu'il en soit, peut-on en conclure que la dépense aux petites Ecuries fût de 61 pouces $\frac{11}{17}$, s'il n'y avoit eu ni coudes, ni frottemens ? Pour en juger, il n'y a qu'à considérer quelle seroit la dépense d'un tuyau vertical de 4 pouces de diamétre, sur 9 pouces de hauteur, pratiqué au fond d'un réservoir, dont la surface de l'eau affleureroit l'orifice du tuyau. Assurément l'on ne pourroit pas dire, en suivant le calcul de M. Couplet, qu'il sortiroit de ce tuyau 61 pouces $\frac{11}{17}$ d'eau par minutes, comme il est aisé de s'en convaincre, en se rappellant ce qui a été dit dans l'article 573, où l'on a démontré qu'un pareil

tuyau de quelque hauteur qu'il fût, ne pouvoit dépenser que l'eau qui entroit; d'où il suit, qu'en prenant les choses dans le sens même de M. Couplet, le résultat de tous ses calculs n'est pas recevable. D'ailleurs il les fait en se servant d'une expérience de M. Mariotte, qu'il regarde comme presque exempte de toute altération de la part des frottemens, quoiqu'ils soient très-grands à cause de la petitesse de l'orifice; ayant montré dans les articles 494 & 495 que la dépense naturelle, étoit à la dépense effective de cet orifice, à peu près comme 10 est à 7. Aussi arrive-t'il, en suivant M. Couplet, que la dépense naturelle d'une chute de 9 pouces, par un tuyau qui en auroit 4 de diamétre, doit être de 92 pouces $\frac{7}{16}$, au lieu de $61\frac{1}{15}$; surquoi il est bon de remarquer que pour me conformer à la mesure de M. Couplet, je suppose comme lui, le pouce d'eau de 13 pintes $\frac{1}{3}$, & que j'en userai de même dans la suite de mes remarques.

*alculs par lesquels on trouve que pour la premiere expérience, la dépense effective doit être à la dépense naturelle, comme 4 est à 13, & non pas comme 1 est à 30, art. 1233.*

1235. Ayant fait voir dans les articles 1225, 1226, que la vitesse de l'eau qui couloit dans le tuyau, ne devoit point être estimée par la racine quarrée de la hauteur de l'excès du niveau de l'eau du réservoir au-dessus du sommet du tuyau de fuite; mais bien par la différence des vitesses, dont les chutes de chasse & de fuite peuvent être capables; nous allons chercher quelles devroient être les dépenses naturelles du tuyau dont il s'agit, dans les trois cas où M. Couplet a fait ses expériences.

En supposant, comme M. Couplet, le tuyau de chasse rempli d'eau jusqu'au bord de la soupape, *la chute de chasse* s'est trouvée alors de 23 pieds 4 pouces, qui répond à une vitesse de 37 pieds 5 pouces par secondes; & comme la charge étoit de 9 pouces, la chute de fuite n'étoit plus que de 22 pieds 7 pouces, dont la vitesse par seconde est de 36 pieds 9 pouces 8 lignes, qui étant soustraite de la précédente, donne 7 pouces 4 lignes, pour la vitesse de l'eau par seconde, ou 36 pieds 8 pouces par minute, qui est la hauteur de la colonne d'eau que dépenseroit le tuyau de conduite, s'il n'avoit qu'un pouce de diamétre. Mais comme il en a 4, multipliant cette hauteur par 16, il viendra 586 pieds 8 pouces, pour la hauteur de la colonne d'eau que l'on cherche, en lui supposant toujours un pouce de diamétre. Or comme ce nombre ne se trouve point dans la troisiéme table (*premier Vol. pag.* 202) il en faut prendre la moitié, qui est à peu près 293 pieds, qui répondent dans la même Table à 112 ℔ 2 onces 5 gros, dont le double donne 224 ℔, en négligeant les petites parties, ou 112 pintes d'eau, qui étant divisé par $13\frac{1}{3}$, ou par $\frac{40}{3}$, donne 8 pouces $\frac{2}{5}$ d'eau

pour la dépenſe naturelle d'un tuyau de 4 pouces de diamétre, ayant 297 toiſes de longueur, au lieu de 2 pouces $\frac{7}{17}$ trouvé par la premiere expérience, ou de 61 $\frac{11}{27}$, ſelon le calcul de M. Couplet. Que ſi l'on compare la dépenſe effective de cette expérience, avec la dépenſe naturelle que nous venons de trouver par notre calcul, elle pourra être exprimée par $\frac{4}{13}$, qui montre que dans cette expérience le déchet n'eſt point à beaucoup près auſſi conſidérable que M. Couplet l'a eſtimé; que par conſéquent on peut déduire de ce rapport des conſéquences bien plus vrai-ſemblables que les ſiennes pour la pratique.

1236. A l'égard de la ſeconde expérience faite ſous une charge de 21 pouces, la chute de chaſſe s'eſt trouvée de 24 pieds 4 pouces, dont la viteſſe par ſeconde eſt de 38 pieds 2 pouces 6 lignes; & la chute de fuite étant encore de 22 pieds 7 pouces, par conſéquent capable d'une viteſſe de 36 pieds 9 pouces 8 lignes, comme dans le cas précédent; la différence de ces deux viteſſes donne 1 pied 4 pouces 10 lignes par ſeconde, ou 84 pieds 4 pouces par minute, pour celle qu'auroit dû avoir l'eau dans le tuyau, qui étant encore multipliée par 16, donne environ 1349 pieds pour la hauteur de la colonne, d'un pouce de diamétre, qui exprime la dépenſe naturelle, dont le poids eſt de 516 ℔, valant 258 pintes, qui étant diviſé par $\frac{40}{3}$, donne 19 pouces $\frac{7}{20}$ pour la dépenſe naturelle, au lieu de 4 pouces trouvés par cette ſeconde expérience; ainſi le rapport de la dépenſe effective à la dépenſe naturelle eſt à peu près $\frac{5}{24}$.

*Calcul pour la ſeconde expérience, d'où l'on déduit que la dépenſe effective eſt à la dépenſe naturelle, comme 5 eſt à 24.*

1237. Dans la troiſiéme expérience, la charge étoit de 31 pouces, par conſéquent la chute de chaſſe de 25 pieds 2 pouces, qui répondent à une viteſſe de 38 pieds 10 pouces 2 lignes par ſeconde; & comme la chute de chaſſe étoit encore la même que dans les deux expériences précédentes, par conſéquent ſa viteſſe de 36 pieds 9 pouces 8 lig. la différence de ces deux viteſſes ſe trouve de 2 pieds 6 lig. par ſeconde, ou de 122 pieds 6 pouces par minute, qui étant multiplié par 16, donne 1960 pieds pour la hauteur de la colonne d'eau d'un pouce de diamétre, qui exprime la dépenſe naturelle, & dont le poids ſe trouve de 750 ℔, valant 375 pintes d'eau, ou 28 $\frac{1}{8}$ pouces d'eau, au lieu de 5 pouces $\frac{7}{12}$ trouvé par l'expérience; ainſi le rapport de la dépenſe effective à la dépenſe naturelle eſt à peu près $\frac{1}{5}$. Si la dépenſe effective de la ſeconde & troiſiéme expérience ſe trouve plus éloignée de la dépenſe naturelle, que dans la premiere; cela vient de ce que la viteſſe de l'eau du tuyau dans ces deux dernieres expériences, étant plus que double de celle de la

*Calcul pour la troiſiéme expérience, où l'on trouve que la dépenſe effective eſt à la dépenſe naturelle, comme 1 eſt à 5.*

premiere, elle devoit, selon l'article 1219, empêcher que les parties de l'eau renfermée dans le tuyau descendant, ne fussent aussi contigues, ou ce qui revient au même, que la force relative de la colonne de chasse, n'approchât autant de la force absolue, sur laquelle nous avons comptés dans nos calculs, où nous la considérons comme agissant *pleinement*, qui est une supposition qu'on ne peut admettre à la rigueur, puisque pour cela il faudroit que la vitesse de l'eau dans le tuyau descendant fût nulle ou insensible; d'où il suit que les déchets causés par le frottement, doivent être encore moindre que ceux que nous trouvons par les mêmes calculs.

*Détail du nivellement relatif au second profil.* Fig. 4.

1238. » Le second profil est celui d'une conduite de fer de 6 » pouces de diamétre, (continue M. Couplet) qui a été mise en » la place de la conduite de fer de 4 pouces, que nous venons de » rapporter dans le premier profil, (*Fig*. 3.) & qui mene actuel» lement l'eau du réservoir de la place Dauphine aux petites Écu» ries de Versailles.

» Z A est le réservoir de la Place Dauphine, & le même que » dans le profil précédent, qui, en son fond, a une soupape A de » 6 pouces de diamétre, à laquelle s'abouche un tuyau descen» dant AD, de plomb & de même diamétre de 6 pouces, & situé » verticalement dans la longueur de 23 pieds 4 pouces, qui est » la même que dans le profil précédent, (*Fig*. 3.)

» Ce tuyau AD fait un coude en D, où il s'arrondit en s'abou» chant avec ladite conduite, qui s'éleve par une pente D F de » 87 toises 5 pieds 9 pouces de longueur, sur une hauteur verti» cale E D de 10 pieds 10 pouces.

» Du point F, elle continue de monter jusqu'en N par une pen» te plus douce FN de 192 toises 6 pouces, sur une hauteur ver» ticale F H de 5 pieds 5 pouces; enfin du point N, elle s'arron» dit & s'éleve par un tuyau vertical N O R de plomb de 9 pieds » 2 pouces 6 lignes de longueur, montant au réservoir desdites » petites Écuries, dans lequel il entre par son fond.

» Nous avons donc cette conduite de fer DFN de 280 toises, » 3 pouces, à laquelle si l'on ajoûte le tuyau descendant AD de 23 » pieds 4 pouces, plus le tuyau montant NOR de 9 pieds 2 pouces » 6 lignes, l'on aura pour longueur totale de la ligne de conduite » ADFNOR, la quantité de 285 toises 2 pieds 9 pouces 6 lignes.

*Premiere [illegible] jes du second profil.*

1239. » Voici maintenant (ajoûte M. Couplet) les expérien» ces & remarques que nous avons fait sur cette conduite. Pre» mierement, l'on n'a lâché dans le réservoir de la Place Dau» phine, qu'autant d'eau qu'il en falloit pour l'entretenir à la hau-

» teur Z, c'est-à-dire, ensorte que la soupape A fût toujours chargée de 28 pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur d'eau.

» Le bout du tuyau montant aux petites Ecuries, étoit coupé » horisontalement à 3 pouces au-dessous du niveau de la superficie d'eau en Z au réservoir de la Place Dauphine, comme nous » l'avons remarqué ci-devant.

» Dans cet état, par le bout R du tuyau montant aux petites » Ecuries, l'eau sortoit à gueule bée, & elle a rempli notre étalon en $\frac{23}{2}$ secondes, ce qui donne, comme la table le montre, » 7 pouces 44 lignes de dépense d'eau, sous une charge de 3 pouces, c'est-à-dire, suivant la même table, 97 pintes par minute, » ou bien 30 muids 83 pintes en une heure. FIG. 4.

1240. » Secondement, l'on a coupé le tuyau montant NOR » horisontalement en $y$, à 2 pouces $\frac{1}{4}$ au-dessous du point R, ensorte que ce point $y$ de section, étoit alors de 5 pouces $\frac{1}{4}$ au-dessous de la superficie d'eau en Z, audit réservoir AZ de la Place » Dauphine; & pour entretenir cette superficie d'eau toujours à la » même hauteur précédente Z, nous nous sommes servi du même » moyen que ci-devant, c'est-à-dire, en ouvrant un peu davantage que dans l'expérience précédente, le robinet de l'auge ou » chaîneau placé au-dessus du réservoir de la Place Dauphine.

*Seconde expérience sur le même.*

» Dans cet état, nous avons reçû dans notre étalon toute l'eau » qui étoit nécessaire pour entretenir cette superficie d'eau à la » hauteur Z au réservoir de la Place Dauphine, & il s'est rempli » en $\frac{16}{2}$ secondes, ce qui donne 10 pouces $\frac{1}{2}$.

1241. » Nous avons donc 7 pouces 44 lignes, ou 1052 lignes » de dépense d'eau sous une charge de 3 pouces ou 36 lignes, dont » la racine quarrée est 6 lignes.

*Conclusion de deux expériences précédentes.*

» Et nous avons 10 pouces 72 lignes, ou 1512 lignes de dépense d'eau sous une charge de 5 pouces $\frac{1}{4}$ ou 63 lignes, dont » la racine est environ 8 lignes.

» Or si ces dépenses d'eau étoient proportionnées aux racines » de leurs charges, l'on auroit cette analogie 6, 8 :: 1052, 1403; » au lieu que l'expérience nous donne 1512 lignes, qui est de 109 » lignes supérieure à la dépense que nous donneroit le rapport » des racines des charges, c'est-à-dire, supérieur au quatriéme » terme 1403 de cette analogie ci-dessus.

1242. M. Couplet, en se fondant encore sur l'expérience de M. Mariotte dont nous avons parlé, en se servant du rapport des racines quarrées des *charges*, comme il a fait dans les calculs de l'article 1233, trouve que pour une charge de 3 pouces, le

*Résultat des calculs de M. Couplet sur les mêmes expériences.*

tuyau de 6 pouces de diametre, devoit donner 80 pouces d'eau, au lieu de 7 pouces, & environ $\frac{1}{3}$, que la premiere expérience lui a donné; ensuite il trouve par un calcul semblable, que la charge de 5 pouces 3 lignes, devoit donner 406 à 407 pouces d'eau, au lieu de 10 pouces $\frac{1}{2}$ trouvé par la seconde expérience; ce qui fait une différence de 396 pouces; & comme il l'attribue à la résistance causée par les frottemens, il finit cet article par le Discours suivant.

*Réflexions sur les obstacles que l'eau rencontre dans les tuyaux de conduite.*

» 1243. L'on peut considérer comme un obstacle à l'écoulement » des eaux, le frottement de la plaque dans laquelle le trou de sortie est percé, & même y joindre l'obstacle que cause la résistance » de l'air, d'autant plus que si ces obstacles n'existoient pas, les » eaux jaillissantes devroient monter jusqu'à la surface supérieure » des eaux du reservoir qui fournit l'eau à ces jets; de plus l'erreur » que l'on fait dans le tems employé dans la jauge des eaux, doit » encore y entrer pour quelque chose. Donc si l'expérience fon- » damentale se trouve elle-même alterée par tous ces obstacles, il » est constant que son alteration se communique à toutes les autres » que nous voudrons en déduire; cependant il a été jusqu'à présent » impossible de faire mieux, malgré toutes les attentions que l'on » y a apportées, & c'est ce qui doit engager à redoubler les recher- » ches à ce sujet, pour que l'on en puisse tirer les regles que l'on » doit employer dans le choix des tuyaux convenables aux quanti- » tés d'eaux que l'on veut conduire.

## *Remarques sur les Expériences du second Profil.*

*Calcul par lequel l'on trouve que dans la premiere expérience du second profil, la dépense effective, est à la dépense naturelle, comme 12 est à 11; ce qui rend cette expérience susceptible d'erreur.*

1244. La chute de chasse du second profil dans le tems de la premiere expérience, étoit de 25 pieds 8 pouces 6 lignes, comme il est aisé de s'en convaincre par le nivellement de M. Couplet; ainsi la vitesse qui répond à cette chute se trouve de 39 pieds 3 pouces 5 lignes par seconde; & comme *la charge* étoit alors de 3 pouces, *la chute de suite* n'étoit par conséquent que de 25 pieds, 5 pouces, 6 lignes, qui répond à une vitesse de 39 pieds 10 lignes, dont la différence avec la précédente, est de 2 pouces 7 lignes par secondes, ou de 12 pieds 11 pouces par minute, pour la vitesse qu'avoit l'eau dans le tuyau de conduite, qui, étant multiplié par 36 (quarré du diametre) donne 465 pieds pour la hauteur de la colonne d'eau, d'un pouce de diametre, qui exprime la dépense; dont le poids est de 178 ℔, par conséquent de 89 pintes, qui étant divisé par $\frac{40}{3}$, donne 6 pouces d'eau, & environ $\frac{9}{13}$ au lieu de 7 pouces $\frac{1}{3}$, trouvé par la premiere expérience.

Si l'on compare la dépense effective, avec la dépense naturelle que

que nous venons de trouver, on verra qu'elle est à peu près dans le rapport de 12 à 11, qui montre que la seconde, contre toute apparence, se trouve d'un douziéme moindre que la premiere, ce qui est impossible. Ainsi on a tout lieu de croire, qu'il y a eu de l'erreur dans la mesure du tems qu'on a employé à faire cette expérience, qui n'a durée que $\frac{21}{2}$ secondes; mais comme il peut bien être arrivé, qu'il s'en soit écoulé $\frac{25}{2}$ ou $\frac{26}{2}$, par la difficulté de mesurer exactement un tems si court; alors on auroit trouvé par la table de M. Couplet, que la dépense ne devoit être que de 6 pouces $\frac{2}{3}$ ou de 6 pouces $\frac{1}{2}$. Car, comme le remarque fort à propos M. Couplet, (1243) *Si l'expérience fondamentale se trouve elle-même alterée* par quelque erreur, principalement dans le tems employé à la jauge des eaux, il est constant que cette altération doit se communiquer à toutes les conséquences qu'on en voudra déduire : c'est pourquoi il semble que M. Couplet auroit dû se servir d'un *étalon*, qui contint beaucoup plus de 18 pintes. Au reste, voilà le seul cas où la dépense *naturelle* trouvée par nos calculs, se rencontre inférieure à la dépense *effective*, arrivant le contraire pour toutes les autres expériences dont il nous reste à parler; ce qui semble suffire pour autoriser la raison que nous en venons de donner.

*Calcul de la seconde expérience par lequel on trouve que dans la premiere expérience du second profil, la dépense effective est à la dépense naturelle, comme 42 est à 43.*

1245. A l'égard de la seconde expérience sur la même conduite de 6 pouces de diametre, la chute de suite étoit encore de 25 pieds 8 pouces, 6 lignes, comme dans la premiere; par conséquent sa vitesse correspondante de 39 pieds 3 pouces 5 lignes, au lieu que la chute de suite n'étoit que de 25 pieds 3 pouces 3 lignes, puisque la charge étoit de 5 pouces 3 lignes : (1240) & comme cette seconde chute répond à une vitesse de 38 pieds 11 pouces 3 lignes, dont la différence avec la précédente est de 4 pouces 2 lignes; l'on voit que la vitesse de l'eau dans le tuyau de conduite, auroit dû être de 20 pieds 10 pouces par minute, s'il n'y avoit point eu d'obstacles, qui étant multiplié par 36, donne 747 pieds pour la hauteur de la colonne d'un pouce de diametre que cette conduite auroit dû dépenser par minute, dont le poids est de 286 ℔, valant 143 pintes, qui étant divisé par $\frac{40}{3}$, donne 10 pouces $\frac{3}{4}$ d'eau, au lieu de 10 pouces $\frac{1}{2}$ trouvé par la seconde expérience, ou de 407 pouces selon le calcul de M. Couplet. (1242) Ainsi l'on voit que la dépense effective, est à la dépense naturelle, à peu près comme 42 est à 43.

*Réflexions sur la cause d'une aussi petite différence.*

S'il se rencontre une aussi grande conformité entre la dépense effective de cette seconde expérience, & celle que nous venons de trouver par notre calcul; il y a bien de l'apparence que cela vient de quatre raisons essentielles. La premiere, que la conduite

ne fait qu'un coude insensible, au lieu que dans le premier profil, il y en avoit plusieurs accompagnés d'une cascade qui devoit retarder beaucoup la vitesse de l'eau. La seconde, qu'en supposant les vitesses égales, le frottement ou le déchet étoit moindre dans ce second tuyau, que dans le premier, dans la raison réciproque des diametres, par conséquent comme 2 est à 3. (493) La troisiéme, que la vitesse de l'eau dans cette conduite, n'étant que de 4 pouces 2 lignes par secondes; les frottemens ne devoient que peu retarder la vitesse naturelle de l'eau, puisque les déchets causés par les frottemens, sont dans la raison des vitesses de l'eau, (497) ou des dépenses naturelles. La quatriéme, que par la même raison du peu de vitesse de l'eau dans la conduite, celle qui étoit renfermée dans le tuyau de chasse, ne descendant que lentement, la force par laquelle elle agissoit, ne différoit gueres de la force absolue, sur laquelle nous avons compté dans notre calcul; à quoi l'on peut encore ajouter, qu'il pourroit bien s'être glissé une erreur opposée à la précédente, dans l'estimation du tems; c'est-à-dire, qu'au lieu d'avoir employé 16 demi-secondes, il ne s'en fut écoulé que 15, alors on eut trouvé 11 $\frac{1}{24}$ pouces, au lieu de 10 $\frac{1}{2}$.

*Détail des nivelemens du troisiéme profil.* FIG. 5.

» 1246. Le troisiéme profil (continue M. Couplet) est celui » d'une conduite qui apporte les eaux du regard quarré près Saint » Antoine dans le reservoir de distribution de la Place Dau- » phine.

» BCAFH, est le regard quarré près Saint Antoine; il reçoit ses » eaux de Bailly & du Chesnay, sçavoir celles de Bailly par l'ou- » verture du tuyau B, & celles du Chesnay par l'ouverture du tuyau » marqué C.

» A, est une décharge du fond du regard quarré, & H est une » décharge de la superficie de ce regard, laquelle décharge est de » 10 pouces 9 lignes, au-dessous de la tablette, ou du bord supé- » rieur dudit regard.

» Du dessus de cette tablette, l'on a mené le niveau ou la ligne » horisontale *xy*, jusqu'au bord superieur du reservoir de la Place » Dauphine, & cette tablette s'est trouvée de 3 pieds 11 pouces » plus élevée que le bord superieur dudit reservoir de distribution, » dans lequel les eaux entrent par le fond, ou ce qui est le même, » de 3 pieds 6 pouces plus élevée que la partie supérieure L du » tuyau montant au chaîneau de la Place Dauphine, lequel bord » supérieur L, du tuyau montant par où l'eau sort à geule bée, étant » de 5 pouces inferieur au bord superieur dudit chaîneau ou reser- » voir de distribution de la Place Dauphine; le tuyau B se trouve

» au regard quarré de 1 pieds 6 pouces 6 lignes au-dessous de la ta-
» blette de ce reservoir, & le tuyau C se trouve de 2 pieds 7 pouces
» 9 lignes au-dessous de cette même tablette. Ces distances sont
» prises depuis le bord superieur de cette tablette, jusqu'à la partie
» inferieure de l'ouverture dudit tuyau, qui a sa coupe verticale
» en cet endroit, où il s'abouche en B avec le reservoir.

» Au point F est l'embouchure du tuyau de conduite, qui reçoit
» les eaux dudit regard quarré pour les porter au reservoir de la
» Place Dauphine, & cette embouchure prise du dessus de la ta-
» blette de ce reservoir quarré jusqu'à la partie inferieure du tuyau
» de conduite, est de 23 pieds au-dessous de cette tablette.

» Ensorte que le regard quarré étant plein jusqu'au point H de
» décharge de superficie; alors le point F du tuyau de conduite,
» est chargé de toute la hauteur d'eau FH, qui dans ce cas est de
» 2 pieds 1 pouce 3 lignes.

» Cette conduite est de grès dans son commencement dans la longueur FE d'environ 50 toises, & tout le reste de plomb. Cette conduite descend du regard quarré par une pente FEI de 163 toises 4 pieds, faisant dans ce trajet deux petits coudes presqu'insensibles, & ayant pour sa hauteur verticale IL, 31 pieds 6 pouces. FIG. 5.

» Du point I, elle continue de descendre par une pente IM de
» 192 toises 3 pieds, faisant dans cette longueur IM plusieurs cou-
» des peu considérables, & ayant sa hauteur verticale MN de 22
» pieds 3 pouces.

» Puis du point M, elle continue de descendre par une pente
» plus douce MD de 80 toises, ayant sa hauteur verticale DG de
» 3 pieds 3 pouces.

» Ensuite du point D, elle monte par une pente DG de 131 toi-
» ses 4 pieds, faisant dans toute cette longueur une courbe con-
» cave, & dont la hauteur verticale DP, est de 26 pieds.

» Du point O, elle continue de monter; mais par une pente plus
» douce OQ de 74 toises, ayant sa hauteur verticale OR de 6 pieds
» 9 pouces; puis du point Q, elle redescend par une pente QS de
» 71 toises, ayant sa hauteur verticale ST, de 11 pieds 3 pou-
» ces.

» Du point S, elle continue de descendre par une pente plus
» douce SV de 90 toises 3 pieds, ayant sa hauteur verticale V*u*
» de 2 pieds; d'où l'on voit que ce point V, est d'environ 6 toi-
» ses 3 pieds plus bas que le point F de l'embouchure de con-
» duite.

» Ensuite du point V, elle remonte par une pente VZK de » de 169 toises 4 pieds, sur une hauteur verticale $Vq$ de 1 pied 3 » pouces.

» Du point K, elle continue de monter par une pente $Kp$ de » 79 toises sur une hauteur verticale $Kr$ de 10 pieds 2 pouces.

» Du point P, elle continue dans une ligne horisontale $pm$ de » 112 toises.

» Enfin du point $m$, elle s'éleve en s'arrondissant & formant le » tuyau montant & vertical $mnl$ de 25 pieds 7 pouces, & par le » point $l$ qui est le bout du tuyau de conduite coupé horisontale- » ment, l'eau sort à gueule bée ou à plein tuyau, dans le reservoir » de distribution de la Place Dauphine.

» Nous avons donc la longueur totale de la ligne de conduite » FEIMDOQSVZK$pmnl$ de 1170 toises 1 pied 7 pouces, & la » longueur horisontale exprimée par $xy$ de 1163 à 1164 toises en- » viron.

» De tous ces niveaux, nous concluons que la tablette, ou ce » qui est le même, le bord superieur du regard quarré qui est de 3 » pieds au-dessus de la partie inferieure F de l'embouchure de con- » duite, est de 3 pieds 6 pouces plus haute que le point L de sor- » tie de la même conduite au chaineau ou reservoir de distribution » de la Place Dauphine.

Fig. 5.

» Et comme le bord superieur de ce reservoir de distribution de » la Place Dauphine est de 5 pouces plus bas que le bout $l$ de sor- » tie dudit tuyau $mnl$, il s'ensuit que la tablette du regard quarré » sera aussi plus haute que le bord dudit reservoir de distribution de » la Place Dauphine de 3 pieds 11 pouces.

» Ce niveau a été confirmé par l'eau même que nous avons mise » en équilibre dans le regard quarré & dans le reservoir de la Place » Dauphine; au moyen d'un tuyau que l'on a ajusté sur celui $mnl$, » au point $l$, & du même diametre de 5 pouces.

» Après quoi, ayant entretenu dans le regard quarré la superfi- » cie d'eau à 8 pouces 7 lignes au-dessous de la partie superieure » de la tablette, nous avons remarqué qu'alors l'eau est montée » au reservoir de la Place Dauphine de 2 pieds 9 pouces 5 lignes » au-dessus du point $l$, dans le tuyau montant que l'on y avoit » ajouté pour cet effet.

» D'où l'on voit que cette hauteur de 2 pieds 9 pouces 5 lignes, » avec les 8 pouces 7 lignes, dont la superficie d'eau étoit au re- » gard quarré au-dessous de sa tablette, nous donnent comme cy- » devant 3 pieds 6 pouces, dont la tablette du regard quarré est

„ plus haute que le bout L du tuyau montant au reservoir de distri-
„ bution de la Place Dauphine, ou bien l'on aura 3 pieds 11 pou-
„ ces, dont cette même tablette du regard quarré est plus haute que
„ le bord superieur du reservoir de distribution ou chaîneau de la
„ Place Dauphine, comme nous l'avons déja trouvé ci-devant.
„ Voici les expériences que nous avons faites sur cette conduite.

*Premiere expérience sur le troisiéme profil.*

„ 1247. Premierement, l'eau étant dans le regard quarré à 17
„ pouces au-dessous de sa tablette; & sortant alors à gueule bée
„ par le point *l* de sortie au reservoir de la Place Dauphine, qui,
„ comme à son ordinaire, étoit de 3 pieds $\frac{1}{2}$ ou 42 pouces au-des-
„ sous du niveau de cette même tablette du regard quarré, ce qui
„ fait 25 pouces de charge d'eau, l'on a reçû par 2 robinets toute
„ l'eau qui en sortoit, & l'un de ces deux robinets emplissoit notre
„ étalon en $\frac{10}{2}$ secondes, ce qui donne, comme l'on voit dans la
„ table, une dépense de 5 pouces 86 lignes d'eau, & l'autre robi-
„ net le remplissoit en $\frac{10}{2}$ secondes, ce qui donne 4 pouces 29 li-
„ gnes d'eau d'écoulement. Toute la quantité d'eau qui sortoit
„ alors par ces deux robinets pris ensemble, & sous une charge de
„ 25 pouces de hauteur d'eau, étoit donc de 9 pouces, & 115 li-
„ gnes.

*Seconde expérience sur le même.*

„ 1248. Secondement, après avoir ajusté un tuyau montant de
„ 5 pouces de diametre, sur celui du reservoir de la Place Dauphi-
„ ne en *l*, qui est aussi du même diametre de 5 pouces, comme
„ nous l'avons dit ci-devant, & l'eau étant dans le regard quarré
„ à 9 pouces sous la tablette, & le tuyau montant au reservoir de la
„ Place Dauphine, étant coupé à 14 pouces 7 lignes au-dessous du
„ niveau de ladite tablette du regard quarré, ce qui donne 5 pouces
„ 7 lignes de charge; alors notre étalon s'est rempli par l'un des
„ susdits deux robinets en $\frac{61}{2}$ secondes, ce qui donne 2 pouces 84
„ lignes d'eau, & par le second robinet en $\frac{11}{2}$ secondes, ce qui
„ donne 1 pouce 17 lignes; ainsi toute la quantité d'eau qui sortoit
„ alors par ces deux robinets pris ensemble sous une charge de 5
„ pouces 7 lignes de hauteur d'eau, étoit de 3 pouces & 101 li-
„ gnes.

*Troisiéme expérience sur le même.*

„ 1249. Troisiémement, la surface d'eau étant dans le reservoir
„ quarré à 9 pouces $\frac{1}{4}$ au-dessous de sa tablette, & le tuyau mon-
„ tant au reservoir de la Place Dauphine, étant coupé à 20 pouces
„ 7 lignes sous la même tablette, ce qui donne 11 pouces 4 lignes
„ de charge; alors notre étalon s'est rempli par l'un des deux robi-
„ nets en $\frac{46}{2}$ secondes, & par l'autre en $\frac{7}{2}$ secondes, ce qui donne
„ dans la table 3 pouces 94 lignes, & 2 pouces 22 lignes; ainsi la

„ depense de ces deux robinets pris ensemble est de 5 pouces 116 „ lignes sous une charge de 11 pouces $\frac{1}{3}$.

*Quatriéme expérience sur le même.*

„ 1250. Quatriémement, la superficie de l'eau étant dans le re- „ gard quarré à 9 pouces 10 lignes sous sa tablette, & le tuyau „ montant au reservoir de la Place Dauphine, étant coupé à 26 „ pouces 7 lignes au-dessous de la ligne de niveau de cette même „ tablette, ce qui donne 16 pouces 9 lignes de charge; alors notre „ étalon s'est rempli par un des deux robinets en $\frac{32}{3}$ secondes, & „ par l'autre en $\frac{51}{2}$ secondes; ce qui donne dans la table 4 pouces „ 78 lignes, & 3 pouces 8 lignes pour les quantités écoulées, qui „ toutes deux ensemble, donnent 7 pouces 86 lignes d'eau sous „ une charge de 16 pouces 9 lignes, & par une gueule bée de 5 „ pouces de diametre.

*Cinquiéme expérience sur le même.*

„ 1251. Cinquiémement, la superficie d'eau étant dans le regard „ quarré à 11 pouces $\frac{1}{2}$ au-dessous de sa tablette, & le tuyau mon- „ tant au reservoir de la Place Dauphine étant coupé horisontale- „ ment (comme dans toutes les coupes précédentes) à 32 pouces „ 7 lignes au-dessous de la ligne de niveau de la partie superieure „ de la tablette du regard quarré; ce qui donne 21 pouces 1 ligne „ de charge; alors notre étalon s'est rempli par un des deux robi- „ nets en $\frac{31}{2}$ secondes, & par l'autre en $\frac{49}{2}$ secondes; ce qui donne „ dans la table 5 pouces 60 lignes, & 3 pouces 62 lignes pour les „ quantités d'eau écoulées, qui toutes deux ensemble donnent 8 „ pouces 122 lignes de dépense d'eau sous une charge de 21 pou- „ ces 1 ligne de hauteur d'eau.

*Sixiéme & septiéme expériences sur le même.*

„ 1252. Sixiémement, l'eau étant dans le regatd quarré à 14 pou- „ ces 7 lignes au-dessous de sa tablette, & le tuyau montant au ré- „ servoir de la Place Dauphine étant coupé à 38 pouces 7 lignes „ au-dessous de la ligne de niveau du dessus de cette même tablet- „ te, ce qui donne 24 pouces de charge; alors notre étalon s'est „ rempli par ces mêmes deux robinets en $\frac{30}{2}$ secondes, & en $\frac{42}{2}$ se- „ condes; ce qui donne dans la table 5 pouces 86 lignes, & 4 pou- „ ces d'eau pour les quantités écoulées, qui toutes deux prises en- „ semble, donnent 9 pouces 86 lignes de dépense à gueule bée „ sous une charge de 24 pouces.

„ Septiémement, l'eau étant dans le regard quarré à 17 pouces „ sous la tablette, & le tuyau montant au reservoir de la Place Dau- „ phine étant coupé ou remis comme à son ordinaire à 3 pieds $\frac{1}{2}$ ou „ 42 pouces au-dessous de la ligne de niveau de la superficie de „ cette même tablette; ce qui donne 25 pouces de charge, sous „ laquelle l'eau sortoit à gueule bée de 5 pouces de diametre, & se

„ déchargeoit dans l'auge ou chaîneau, auquel les deux robinets „ étoient soudés; par l'un des robinets notre étalon s'est rempli en „ $\frac{10}{2}$ secondes, & par l'autre en $\frac{10}{2}$ secondes, comme dans la pre- „ miere expérience, ce qui est pour dépense totale, comme l'on „ voit dans la Table, 9 pouces & 115 lignes sous 25 pouces de „ charge par un tuyau de 5 pouces de diametre.

„ 1253. L'on voit dans notre seconde expérience que la super- „ ficie de l'eau étant au regard quarré à 9 pouces sous la ligne de „ niveau *x*, *y*, & que le tuyau montant au reservoir de la Place Dau- „ phine, étant de 14 pouces 7 lignes au-dessous de cette même li- „ gne *x*, *y*, ce qui donne 5 pouces 7 lignes de charge; alors la „ conduite FEIMDOQSVZK*pmnl*, de 1168 à 1169 toises, ne „ donne que 3 pouces 101 lignes d'eau, refusant le reste dans le re- „ gard quarré, c'est-à-dire, le surplus d'eau ayant son écoulement „ ailleurs par une de ses décharges; car si on laissoit regorger cette „ eau dans le regard, la quantité de son écoulement ou de sa dé- „ pense augmenteroit à mesure que sa charge ou sa hauteur aug- „ menteroit dans le regard. *Observations sur les expériences precédentes.*

„ Nous avons vû dans la troisiéme expérience, que cette même „ conduite ayant 11 pouces $\frac{1}{3}$ de charge, sa dépense est de 5 pou- „ ces 116 lignes, refusant le surplus.

„ Dans la quatriéme expérience, la charge étant de 16 pouces $\frac{3}{4}$, „ la dépense a été de 7 pouces 85 lignes, refusant le surplus.

„ Dans la cinquiéme expérience, sous une charge de 21 pouces, „ 1 ligne, la dépense a été de 8 pouces 122 lignes, refusant le sur- „ plus.

„ Dans la sixiéme expérience, sous une charge de 24 pouces, „ la dépense a été de 9 pouces 86 lignes, refusant le surplus.

„ Enfin, dans la septiéme & derniere expérience, sous une char- „ ge de 25 pouces, la dépense a été de 9 pouces 115 lignes, refu- „ sant le surplus.

„ Il faut encore remarquer que dans cette conduite de 5 pouces „ & de 1168 à 1169 toises de long, outre les coudes marqués dans „ le profil, elle forme encore plusieurs sinuosités horisontales, mais „ fort arrondies & prises de loin; ce qui dans ce cas ne doit pas „ augmenter de beaucoup le frottement.

### *Remarques sur les Expériences qui appartiennent au troisiéme Profil.*

1254. Dans la premiere expérience, la chute de chasse étoit de *Calcul sur la premiere.*

*expérience, d'où l'on déduit que la dépense effective est à la dépense naturelle comme 1 est à 2.*

78 pieds 7 pouces, laquelle répond à une vitesse de 68 pieds 7 pouces 6 lignes; & comme la charge étoit de 25 pouces ou de 2 pieds 1 pouce, la chute de chasse étoit donc de 76 pieds 6 pouces, dont la vitesse correspondante est de 77 pieds 9 pouces, qui étant soustraite de la précédente, reste 10 pouces 6 lignes pour la vitesse de l'eau par seconde, ou de 52 pieds 6 pouces par minute, qui étant multiplié par 25, quarré du diametre du tuyau, l'on aura la hauteur de la colonne d'eau qui exprime la dépense naturelle, dont le poids est de 502 ℔, valant 251 pintes, qui étant divisé par $\frac{40}{3}$, donne environ 18 $\frac{1}{4}$ d'eau, au lieu de 9 pouces $\frac{4}{5}$ que l'on a trouvé par la premiere expérience, ou de 160 pouces que donne le calcul de M. Couplet; à l'égard du rapport de la dépense naturelle à l'effective, il peut être exprimé par $\frac{25}{48}$, ou par $\frac{1}{2}$.

*Calcul sur la seconde expérience, qui montre que la dépense effective est à la dépense naturelle, comme 5 est à 6.*

1255. Dans la seconde expérience, pour la même conduite de 5 pouces, la chute de chasse étoit de 79 pieds 3 pouces, qui répond à une vitesse de 68 pieds 11 pouces 6 lignes; & comme la charge étoit de 5 pouces 7 lignes, la chute de suite s'est trouvée de 78 pieds 9 pouces 5 lignes, dont la vitesse correspondante est de 68 pieds 8 pouces 10 lignes; ainsi la différence avec la précédente est de 2 pouces 8 lignes pour la vitesse de l'eau par seconde, ou de 13 pouces $\frac{1}{3}$ par minute, qui étant multiplié par 25, donne environ 333 pieds pour la hauteur de la colonne de dépense, dont le poids est de 127 ℔ $\frac{1}{2}$, qui étant divisé par 2, pour avoir des pintes, & le quotient par $\frac{40}{3}$, donne 4 pouces d'eau, & environ $\frac{3}{4}$, au lieu de 3 pouces $\frac{5}{7}$ trouvé par l'expérience; ainsi le rapport de la dépense effective à la dépense naturelle, peut être exprimé par $\frac{104}{133}$, ou par $\frac{5}{6}$.

*Calcul sur la troisiéme expérience, d'où l'on déduit que la dépense naturelle est à la dépense effective, comme 11 est à 17.*

1256. Dans la troisiéme expérience, la chute de chasse étoit de 79 pieds 2 pouces 9 lignes, laquelle répond à une vitesse de 68 pieds 11 pouces 3 lignes; & comme la charge étoit de 11 pouces 4 lignes, la chute de suite étoit donc de 78 pieds 3 pouces 5 lignes, laquelle répond à une vitesse de 68 pieds 6 pouces 3 lignes, dont la différence avec la précédente est de 5 pouces pour la vitesse de l'eau par seconde.

Comme les dépenses naturelles d'une même conduite sont dans la raison des vitesses de l'eau sous différentes charges? l'on peut pour abreger le calcul, dire: Si 2 pieds 8 pouces, ou $\frac{8}{3}$ de pieds, vitesse de l'eau répondante à une charge de 5 pouces 7 lignes, donnent $\frac{4}{3}$ pouces d'eau, que donnera la vitesse de 5 pouces; l'on trouvera 8 $\frac{29}{32}$ pouces d'eau pour la dépense naturelle de la charge de 11 pouces 4 lignes, au lieu de 5 $\frac{5}{6}$, qu'a donné la troisiéme expérience;

rience ; ainsi le rapport de la dépense effective à la dépense naturelle sera exprimé par $\frac{112}{178}$, ou à peu près par $\frac{11}{17}$.

M. Couplet en parlant de cette troisiéme expérience (1249) fait mention de deux robinets par lesquels couloit l'eau dans l'étalon, ainsi elle n'a point été reçûe à gueule bée. Or comme le frottement causé par les robinets a dû retarder la vitesse de l'eau, il n'y a point de doute qu'on n'ait employé plus de tems qu'il n'en auroit fallu pour recevoir la même quantité d'eau immédiatement à la sortie du tuyau. D'où il suit que la dépense effective devroit être un peu au-dessus de $5\frac{1}{6}$ pouces, qui est une circonstance dont je ne fais mention que pour entrer dans les vûes de M. Couplet, sur l'exactitude qu'il faut apporter dans les expériences de la nature de celle-ci, que les moindres négligences peuvent alterer.

1257. Dans la quatriéme expérience, la chute de suite étoit de 79 pieds 2 pouces 2 lignes, qui répond à une vitesse de 68 pieds 11 pouces; & comme la charge étoit de 16 pouces 9 lignes, la chute de chasse étoit donc de 77 pieds 9 pouces 5 lignes, dont la vitesse corréspondante est de 78 pieds 3 pouces 6 lignes, qui étant soustraite de la précédente, donne 7 pouces 6 lignes, pour la vitesse de l'eau par seconde. Ainsi on trouvera la dépense naturelle, en disant : Si 5 pouces, vitesse de l'eau, donne $8\frac{29}{32}$ pouces d'eau pour une chûte de 11 pouces 4 lignes, dans la troisiéme expérience, combien donneront 7 pouces $\frac{1}{2}$, vitesse naturelle de l'eau, pour une charge de 16 pouces 9 lignes; on trouvera 13 pouces d'eau $\frac{1}{6}$, au lieu de $7\frac{7}{12}$ pouces, trouvés par l'expérience; ainsi le rapport de la dépense effective à la dépense naturelle, pourra être exprimé à peu près par $\frac{9}{16}$.

*Calcul de la quatriéme expérience, qui donne le raport de 9 à 16 pour celui de la dépense effective à la dépense naturelle.*

1258. Dans la cinquiéme expérience, la chute de suite étoit de 79 pieds 6 lignes, dont la vitesse correspondante est de 68 pieds 10 pouces; & comme la charge étoit de 21 pouces une ligne, la chute de suite s'est donc trouvée de 77 pieds 3 pouces 5 lignes, laquelle répond à une vitesse de 68 pieds 1 pouce; ainsi la différence avec la précédente est de 9 pouces, pour la vitesse naturelle de l'eau par seconde.

*Calcul de la cinquiéme expérience, d'où l'on déduit que la dépense naturelle est à la dépense effective, comme 5 est à 9.*

Pour trouver la dépense relative à cette vitesse, on dira : Si $7\frac{1}{2}$ pieds, vitesse naturelle de l'eau, sous une charge de $16\frac{3}{4}$ pouces, ont donné $13\frac{1}{6}$ pouces d'eau, que donneront 9 pouces, vitesse de l'eau, pour la dépense naturelle, relative à la cinquiéme expérience, il viendra $16\frac{1}{10}$ pouces d'eau, au lieu de $8\frac{5}{6}$ pouces, trouvés par la même expérience; ce qui donne environ $\frac{5}{9}$ pour le rapport de la dépense effective à la dépense naturelle.

*Le calcul de la sixiéme experience donne le même résultat que celui de la premiere, parce que les vitesses de l'eau se trouvent égales.*

1259. Dans la sixiéme expérience, la chute de chasse étoit de 78 pieds 9 pouces 5 lignes, relative à une vitesse de 68 pieds 9 pouces; & comme la charge étoit de 24 pouces, la chute de chasse s'est trouvée de 76 pieds 9 pouces 5 lignes, dont la vitesse correspondante est de 67 pieds 10 pouces 6 lignes; ainsi la différence avec la précédente se trouve de 10 pouces 6 lignes, pour la vitesse naturelle de l'eau par seconde, & comme elle se rencontre la même que celle que nous avons trouvé (1254) par le calcul que nous avons fait au sujet de la premiere expérience, & qu'il s'agit du même tuyau, la dépense sera donc encore de 18 $\frac{3}{4}$ pouces d'eau, au lieu de 9 $\frac{4}{5}$ pouces, ou de 9 pouces & 115 lignes qu'a trouvé M. Couplet dans la premiere expérience, tandis qu'il ne trouve que 9 pouces 86 lignes dans la sixiéme; ce qui fait une différence de 29 lignes, qui ne peut provenir que de la mesure du tems qui aura été estimé un peu plus grand qu'il n'étoit effectivement, puisque les vitesses naturelles étant égales dans ces deux expériences, les relatives devoient l'être aussi: quant à la dépense que M. Couplet trouve par ses calculs, pour cette derniere expérience, il l'estime de 157 pouces, au lieu qu'il en a trouvé 160 pour la charge de 25 pouces, qui répond à la premiere.

*La septiéme expérience n'étant qu'une répetition de la premiere, le résultat en est encore le même.*

1260. Je ne dis rien de la septiéme expérience, qui n'est qu'une répétition de la premiere, puisque la charge étant encore de 25 pouces, les chutes de chasse & de fuite étoient les mêmes que dans la premiere, aussi M. Couplet a-t'il trouvé dans l'un & l'autre la même dépense de 9 pouces 115 lignes. Au reste, voici le raisonnement de M. Couplet sur le quatriéme profil.

*Détail du nivellement du quatriéme profil.*

1261. „ Le quatriéme profil est celui du terrein de cinq conduites de fer, dont deux sont de 18 pouces de diametre, & les trois autres sont d'un pied, lesquelles toutes cinq reçoivent les eaux du quarré des deux reservoirs de la butte de Montboron, située au-dessus de Versailles, & sur la gauche du chemin de Versailles à Paris, & les portent au reservoir du château d'eau, situé dans la rue des Bons-Enfans, contre le Corps de Garde des Suisses.

„ Comme toutes ces conduites ont même profil & même charge, nous nous contenterons de celle de 18 pouces, dans laquelle la hauteur du quarré des reservoirs est marquée par la longueur ABC. FIG. 6.

„ Au fond C de ce reservoir est une soupape de 2 pieds de diametre, à laquelle s'abouche la conduite de 18 pouces.

„ Cette conduite descend suivant la longueur CDEF de 197

„ toises, faisant dans cette longueur deux petits coudes arrondis, „ & peu considérables en D & en E, & ayant sa hauteur verticale „ FG, terminée par la ligne horisontale CG, & le point F pris sur „ le dessus de la conduite même de 65 pieds.

„ Du point F elle continue de descendre, mais par une pente „ beaucoup plus douce, suivant la ligne FH de 297 toises, ayant „ sa hauteur verticale HI de 7 pieds 9 pouces.

„ Ensuite du point H, elle remonte par une pente HL de 149 „ toises, ayant sa hauteur verticale HM de 18 pieds 9 pouces.

„ Enfin du point L, où cette conduite s'arrondit, elle monte „ verticalement jusqu'en N, pour se décharger dans le reservoir du „ château d'eau. Le tuyau montant LN est de plomb en cet endroit „ seulement, & est de 53 pieds 10 pouces 9 lignes de hauteur, & „ par conséquent ce point N, par où la conduite se décharge à „ gueule bée, est de 1 pouce 3 lignes au-dessous du point C, qui „ est l'arrosement du dessus de la soupape, ou le fond du quarré de „ la butte de Montboron. FIG. 6.

„ Nous avons donc cette conduite totale CDEFHILN d'envi- „ ron 600 toises de longueur, qui a son embouchure C élevée au- „ dessus de sa sortie N de 1 pouce 3 lignes seulement; ce qui s'est „ fait afin de conserver au reservoir du château d'eau, le plus de „ hauteur qu'il étoit possible; & aussi c'est ce reservoir qui fournit „ aux plus beaux jets d'eau de Versailles.

*La charge pour les expériences qui ont été faites sur ce profil, étoit de 12 pieds 1 pouce 3 lignes.*

1262. „ Après ce détail, voici (continue M. Couplet) les expé- „ riences que nous avons faites sur la conduite de fer de 18 pou- „ ces marquée dans le profil. Premierement, il faut remarquer, „ comme nous l'avons dit ci-devant, que le dessus des soupapes, „ comme C, qui sont au fond du quarré du reservoir de la butte „ de Montboron, est plus haut de 1 pouce $\frac{1}{4}$, que le bout N de sor- „ tie de conduite au reservoir du château d'eau où elles se déchar- „ gent à gueule bée, d'où l'on voit que lorsque ces soupapes se „ trouvent chargées de 12 pieds de hauteur d'eau, comme par „ exemple de toute la hauteur CB; alors l'on peut dire que l'eau „ qui sort par cette gueule bée N est chargée de 12 pieds 1 pouce $\frac{1}{4}$, „ & c'est avec cette charge d'eau que nous avons fait les expérien- „ ces suivantes.

„ Il faut encore remarquer que le reservoir GPQR du château „ d'eau, ayant son fond PQ chargé de 7 pieds de hauteur d'eau, „ contient 34880 pieds cubiques, ou 4360 muids, mesure de Pa- „ ris, chacun de 288 pintes de celles de 48 pouces cubiques. FIG. 5.

*Expérience faite sous la*

1263. „ Avec ces connoissances, nous avons laissé couler l'eau

*charge précédente, avec un tuyau de 18 pouces de diametre.*

„ par cette conduite de 18 pouces de diametre, & elle a fourni dans „ le reservoir du château d'eau 10 pouces de hauteur d'eau, ou „ 519 muids $\frac{1}{22}$, en 12 minutes de tems, ce qui fait 43 muids „ $\frac{66}{663}$, ou 12456 pintes $\frac{24}{221}$ par minute, ayant toujours la même „ charge de 12 pieds 1 pouce $\frac{1}{4}$.

„ Ainsi divisant cette quantité 12456 pintes $\frac{24}{221}$ par 13 pintes $\frac{1}{3}$, „ qui, selon ce que nous avons établi, est la dépense d'un pouce „ d'eau par minute, nous aurons au quotient 934 pouces $\frac{46}{221}$, cette „ fraction étant à $\frac{6}{221}$ près $\frac{30}{144}$ pouces ou 30 lignes d'eau.

„ Nous aurons donc 934 pouces 30 lignes pour la dépense de „ notre conduite de 18 pouces à gueule bée, sous une charge de „ 12 pieds 1 pouce $\frac{1}{4}$.

*Autre expérience faite sous la même charge, d'où l'on déduit la dépense d'un tuyau de 12 pouces de diametre.*

„ 1264. Ensuite la superficie d'eau restant toujours la même en „ B, au quarré des soupapes de la butte de Montboron; l'on a ouvert la soupape de 2 pieds qui appartient à notre conduite „ de 18 pouces, & ensemble les trois soupapes de 18 pouces qui „ appartiennent aux trois conduites d'un pied de diametre chacune; „ ces quatre conduites ont fourni dans le reservoir du château „ d'eau 9 pouces de hauteur d'eau ou 467 muids $\frac{1}{7}$ en 6 minutes de „ tems, ce qui fait à ces quatre conduites prises ensemble 1681 „ pouces $\frac{5}{7}$, c'est-à-dire 1681 pouces, & un peu plus de 82 li„ gnes.

„ Ainsi sçachant que notre premiere conduite de 18 pouces, „ nous a donné ci-devant 934 pouces & un peu moins de 30 li„ gnes, si de la dépense de ces quatre conduites, c'est à-dire, si de „ 1681 pouces 82 lignes, l'on en ôte 934 pouces 30 lignes, le „ reste 747 pouces & environ 52 lignes exprimera la dépense des „ trois conduites d'un pied chacune, dont le tiers 249 pouces 17 „ lignes, exprimera la dépense à gueule bée de chacune de ces „ trois conduites de fer d'un pied, sous la même charge de 12 „ pieds 1 pouce $\frac{1}{4}$, & d'environ 600 toises de longueur & plus.

## *Remarques sur les Expériences qui appartiennent au quatriéme Profil.*

*Résultat du calcul de M. Couplet sur la premiere experience du quatriéme profil.*

1265. Après cet exposé, M. Couplet trouve par ses calculs, que la dépense du tuyau de 18 pouces de diametre, sur la charge de 12 pieds 1 pouce 3 lignes, auroit dû être de 5004 pouces, au lieu de 934 pouces, ce qui est une différence de 4070 pouces par minute; mais ajoute-t'il, „ cette différence toute considérable „ qu'elle est, ne l'est point encore tant que dans les expériences

„ que nous avons faites sur les conduites dont nous avons parlé „ ci-devant, où le défaut de la dépense est vingt & trente fois plus „ grand que la dépense même, (1229) au lieu que dans cette ex- „ périence présente, la dépense que nous donne le rapport des ra- „ cines des charges n'est gueres que quintuple de la vraie dépense „ donnée par l'expérience même; ce qui pourroit venir de ce que „ l'impression que fait le frottement sur cette dépense considéra- „ ble d'eau, est moins grande que celle qu'il fait sur une petite dé- „ pense; ce qui doit arriver, puisque l'empêchement occasionné „ par le frottement, doit être réciproque aux masses d'eau qui sont „ en mouvement, d'autant plus que le frottement étant relatif aux „ parois des conduites différentes, il doit y avoir *plus de frottement „ dans un petit tuyau que dans un grand, & cela dans le rapport des „ quarrés de leur diametre.*

*Calcul sur la premiere expérience, d'où l'on déduit que la dépense effective est à la dépense naturelle, comme 7 est à 18, & non pas, comme 934 est à 5004.*

1266. Dans la premiere & seconde expériences, la hauteur de la chute de chasse étoit de 84 pieds 9 pouces, laquelle répond à une vitesse de 71 pieds 3 pouces 8 lignes; & comme la charge étoit de 12 pieds 1 pouce 3 lignes, la chute de suite étoit donc de 72 pieds 7 pouces 9 lignes, qui répond à une vitesse de 66 pieds, dont la différence avec la précédente, donne 5 pieds 3 pouces, 8 lignes, pour la vitesse de l'eau par seconde, ou 318 pieds 4 pouces par minute.

Si l'on suppose pour un moment, qu'il s'agit d'une expérience faite avec un tuyau de 12 pouces de diametre, il faudra multiplier 55 ℔. pesanteur d'un pied cilindrique d'eau, (341) par 318 $\frac{1}{3}$ pieds, vitesse de l'eau par minute; il viendra 17508 ℔. ou 8754 pintes, pour la dépense de ce tuyau, qui étant divisé par $\frac{40}{3}$, donne 656 $\frac{1}{2}$ pouces d'eau, au lieu de 249 que M. Couplet a déduit de la premiere & seconde expériences; que si l'on cherche le rapport de la dépense effective à la dépense naturelle pour cette conduite de 12 pouces, l'on trouvera qu'il peut être exprimé par $\frac{7}{18}$.

*Calcul de la seconde expérience, d'où l'on déduit que la dépense effective est à la dépense naturelle, comme 7 est à 11.*

1267. Comme les dépenses naturelles des conduites également disposées, & dans lesquelles l'eau a la même vitesse, sont dans la raison des quarrés des diametres des conduites, & que le rapport du quarré d'un diametre de 12 pouces, est au quarré du diametre de 18, comme 4 est à 9, l'on pourra dire, si 4, dépense 656 $\frac{1}{2}$ pouces d'eau, combien dépensera 9, l'on trouvera 1477 pouces, pour la dépense naturelle du tuyau de 18 pouces de diametre, au lieu de 934, trouvés par la premiere expérience; que si l'on cherche le rapport de ces deux dépenses, l'on verra qu'il peut être exprimé assez exactement par $\frac{7}{11}$.

L'on voit que la dépense effective approche beaucoup plus d'égaler la dépense naturelle dans la conduite de 18 pouces, que dans celle de 12, le déchet pour la premiere conduite, n'étant que les $\frac{4}{11}$ de la dépense naturelle, au lieu que pour la seconde, ce déchet en est les $\frac{11}{18}$, ce qui ne peut arriver autrement, puisqu'à la rigueur, il devroit y avoir même raison, de $\frac{4}{11}$ à $\frac{11}{18}$ que de 12 à 18, selon l'Art. 492; parce que les frottemens dans les conduites de même longueur, lorsque l'eau y a la même vitesse, sont relatifs aux parois, comme M. Couplet en convient; c'est pourquoi il n'auroit pas dû dire, qu'il devoit y avoir plus de frottement dans une petite conduite que dans une grande, *dans le rapport des quarrés de leur diametre*. (1265.)

*Détail des nivellemens du cinquiéme profil.* FIG. 7.

1268. Enfin voici l'explication que donne M. Couplet du cinquiéme & dernier profil, d'une conduite de fer, dit-il, de 18 pouces de diametre, qui conduit l'eau du quarré des reservoirs du Parc aux Cerfs, à celui du bout de l'aîle, & ensuite de la conduite aussi de fer d'un pied de diametre, qui l'amene au reservoir de Roquancour.

„ A, est une soupape de 2 pieds de diametre, située au fond du quarré qui reçoit l'eau des reservoirs du Parc aux Cerfs; à cette soupape, s'abouche une conduite de fer ABDFHL de 18 pouces.

„ Sur cette conduite au point L, s'abouche un tuyau LN de plomb, & du même diametre de 18 pouces, qui monte & conduit l'eau dans le reservoir du bout de l'aîle, dans lequel il se décharge à gueule bée.

„ Depuis la soupape A, cette conduite ABDFHL*x*N a plusieurs pentes & sinuosités, dont la premiere, exprimée par AB, de 41 toises 5 pieds 9 pouces 6 lignes, donne pour la ligne *a*AB 42 toises 2 pieds 3 pouces 3 lignes, ayant sa hauteur verticale BC*b*, comme il est marqué sur le profil de 21 pieds 6 pouces, comprise entre le point inferieur B, & la ligne de niveau *abdfhlrqum*, qui est de 7 pieds 9 pouces 6 lignes au-dessus de la soupape A.

„ Du point B, cette conduite continue de descendre par une pente plus douce BD de 165 toises 5 pieds 6 pouces, qui avec *a*AB de 42 toises 2 pieds 3 pouces 3 lignes, donne la longueur totale *a*ABD de 208 toises 1 pied 9 pouces 3 lignes, ayant sa hauteur verticale DE*d* de 29 pieds 5 pouces 6 lignes.

„ Du point D, elle continue de descendre par une pente DF de 317 toises 4 pieds, qui avec la longueur *a*ABD de 208 toises 1

» pied 9 pouces 3 lignes, donne la longueur totale *a*ABDF de » 525 toises 5 pieds 9 pouces 3 lignes, ayant sa hauteur verticale FGI*f* de 46 pieds 2 pouces 6 lignes.

» Puis du point F, elle remonte par une pente FH de 186 toi- » ses 3 pieds, qui avec la longueur précédente de 525 toises 5 » pieds 9 pouces 3 lignes, donne la ligne totale *a*ABDFH de 712 » toises 2 pieds 9 pouces 3 lignes, ayant sa hauteur verticale H*h* de » 25 pieds 3 pouces.

» Ensuite du point H, elle redescend par une pente HI de 65 » toises, qui avec la longueur précédente de 712 toises 2 pieds 9 » pouces 3 lignes, donne la ligne totale *a*ABDFHI de 777 toises » 2 pieds 9 pouces 3 lignes, ayant sa hauteur verticale LMI de 38 » pieds 4 pouces. FIG. 7.

» Enfin du point L où elle s'arrondit, elle s'éleve par le tuyau » montant L*x*N de plomb de 31 pieds 6 pouces, qui étant retran- » ché de la verticale LM*l* de 38 pieds 4 pouces, donne pour reste » 6 pieds 10 pouces, dont la gueule bée N est au-dessous de la li- » gne de niveau du point *a*, au quarré des reservoirs du Parc aux » Cerfs; ainsi l'on peut dire que l'eau qui sortiroit par la gueule bée » N, seroit chargée de 6 pieds 10 pouces de hauteur d'eau, lorsque » sa superficie seroit en *a*, au quarré des reservoirs du Parc aux Cerfs.

» En suivant le même profil de la Figure cinquiéme, l'on voit » que cette même conduite *a*ABDFHL de 18 pouces s'abouche au » pied L du tuyau L*x*N, qui monte au reservoir de l'aîle, avec un » autre tuyau LOPQVZ aussi de fer, mais de 1 pied seulement » de diametre en dedans œuvre.

» A ce tuyau & un peu au-dessous de son abouchement en L, » est placé un robinet de 1 pied d'ouverture comme sa conduite, » dans laquelle il est enveloppé, en sorte que l'on tient cette con- » duite fermée ou ouverte, sans qu'il se fasse aucun rétrécissement » dans cet abouchement.

» Ce tuyau de 1 pied, continue donc la conduite de 18 pouces, » & descend du point d'abouchement L, par une pente LO d'en- » viron 80 toises, ayant sa hauteur verticale OR*r* de 64 pieds. FIG. 7.

» Du point O, elle continue de descendre par une pente OP » beaucoup plus douce, qui s'arrondit dans toute sa longueur de » 298 toises, ayant sa convexité en bas, & ayant sa hauteur verti- » cale PS de 10 pouces 9 lignes.

» Du point P, elle continue de descendre, mais par une pente » PQ beaucoup plus roide de 171 toises, ayant sa hauteur verti- » cale QT*yq* de 94 pieds 3 pouces 6 lignes.

» Puis elle remonte du point Q par une pente QV de 555 toises » 2 pieds, qui dans sa longueur forme une infinité de petits cou- » des, mais très-doux, ayant sur cette longueur QV, sa hauteur » verticale V*u* de 29 pieds 5 pouces 6 lignes.

» Enfin du point V, elle continue de monter; mais par une » pente plus douce VZ de 344 toises 2 pieds, faisant dans sa lon- » gueur un coude adouci, qui se releve d'environ 7 pieds, de mê- » me que la gueule bée Z, qui se releve vers sa fin d'environ 3 pieds » pour s'aller décharger dans le reservoir de Roquancour; cette » longueur VZ ayant pour sa hauteur verticale ZM 21 pieds un » pouce, dont ladite gueule bée Z, coupée horisontalement, est » plus basse que notre premier point *a*, par lequel passe la ligne » horisontale *am* ou *abdfhlrqum*.

FIG. 7.

» Donc la superficie d'eau étant dans le quarré des soupapes des » reservoirs du Parc aux Cerfs à 10 pouces au-dessous du point *a*; » l'eau qui sortiroit par la gueule bée Z au reservoir de Roquan- » cour, sortiroit avec 20 pieds 3 pouces de charge.

*Premiere expérience faite sur la conduite du cinquiéme profil.*

1269. Après cette explication, voici le détail que M. Couplet donne des expériences qui ont été faites au sujet du cinquiéme profil, accompagné de quelques réfléxions qui peuvent avoir leur utilité.

» Premierement, la superficie d'eau, dans l'état d'expérience, » étoit au quarré des reservoirs du Parc aux Cerfs, de 2 pieds 2 » pouces $\frac{1}{2}$ au-dessous du point *a*; donc l'eau qui sortoit alors par » la gueule bée N, suivant ce que nous avons dit en examinant le » profil cinquiéme, n'étoit chargée que de 4 pieds 7 pouces $\frac{1}{2}$ de » hauteur d'eau, & c'est dans cet état que nous avons fait l'expé- » rience suivante sur cette conduite de 18 pouces, & d'environ » 790 toises de longueur.

» Nous avons remarqué qu'ayant levé la soupape A au quarré » des soupapes du reservoir du Parc aux Cerfs, laquelle étoit alors » chargée de 5 pieds 7 pouces, notre conduite de 18 pouces a » fourni par sa gueule bée N, 3 pouces 9 lignes de hauteur d'eau » dans une heure de tems, au-dessus du fond du reservoir de l'aî- » le, qui est de 47 toises 1 pied 5 pouces de long sur 14 toises 2 » pieds $\frac{1}{4}$ de large, ce qui fait en superficie 682 toises 34 pieds & » 57 pouces quarrés, c'est-à-dire, près de 683 toises quarrées de » surface, ou précisement de 3540441 pouces quarrés de surface, » laquelle étant multipliée par la hauteur d'eau de 3 pouces $\frac{3}{4}$, don- » ne pour solidité 13276653 $\frac{3}{4}$ pour les pouces cubiques d'eau que » cette conduite de 18 pouces a fournie en une heure, & partant

,, $\frac{1}{60}$ en une minute, c'est-à-dire, 221277 $\frac{8}{10}$ pouces cubiques en ,, une minute.

,, Mais comme 13 pintes $\frac{1}{3}$, ou ce qui est le même, 640 pouces ,, cubiques d'eau, est la quantité que fournit par minute ce que nous ,, avons appellé un pouce d'eau coulante; si l'on divise le nombre ,, 221277 $\frac{8}{10}$ par 640, le quotient nous donnera 345 $\frac{4778}{6400}$, c'est-à- ,, dire, 345 pouces, & près de 108 lignes pour la quantité d'eau ,, qu'a fourni notre conduite de 18 pouces dans une longueur ,, d'environ 790 toises, & sous une charge de 4 pieds 7 pouces $\frac{1}{2}$.

*Seconde expérience faite sur la même conduite.*

1270. ,, Secondement, la superficie d'eau étant dans le quarré ,, des soupapes des réservoirs du Parc aux Cerfs à 10 pouces au- ,, dessous du point *a*, l'eau qui sortoit par la gueule bée Z au ré- ,, servoir de Roquancour, avoit 20 pieds 3 pouces de charge de ,, hauteur d'eau.

,, Dans cet état, nous avons remarqué qu'ayant levé la soupa- ,, pe A, qui étoit alors chargée de 6 pieds 11 pouces $\frac{1}{2}$ de hauteur ,, d'eau; cette conduite de 18 pouces & d'un pied, sçavoir de 18 ,, pouces dans la longueur d'environ 790 toises, & d'un pied dans ,, la longueur d'environ 1550 toises; ce qui fait pour la longueur ,, totale de conduite ABDFHLPQVZ, environ 2340 toises, a ,, fourni 168 pouces d'eau, nous étant servi d'un muid pour étalon. FIG. 7.

,, Il faut remarquer que cette conduite ne peut point mener plus ,, d'eau sous cette charge de 20 pieds $\frac{1}{4}$ dans cette longueur de ,, 2340 toises, & dans la position où elle se trouve, puisqu'elle ,, refusoit ou regorgeoit dans le réservoir de l'aîle, quoique la ,, gueule bée N du tuyau montant audit réservoir de l'aîle, par ,, où elle se déchargeoit, fût de 14 pieds $\frac{1}{4}$, élevé au-dessus du ,, niveau de ladite gueule bée Z, au réservoir de Roquancour.

*Observation sur la conduite du cinquième profil.*

1271. ,, L'on voit qu'auprès du réservoir de l'aîle, la conduite ,, de 18 pouces forme un angle saillant & fort élevé, & dans cet ,, angle élevé, l'air s'y cantonnoit fixement, & empêchoit, ou du ,, moins rallentissoit infiniment l'écoulement des eaux que cette ,, conduite devoit fournir: c'est ce qui a engagé à placer à cet en- ,, droit, comme le profil le montre, une ventouse, que l'on peut, ,, dans ce cas, regarder comme une chose nécessaire, comme on ,, le connoît par presque toutes les expériences, puisqu'il est rare ,, que l'air ne soit d'un grand obstacle dans les conduites en géné- ,, ral. On pourra s'en convaincre par une expérience que nous ,, avons faite sur une conduite de plomb de 8 pouces de diamétre, ,, & de 1900 toises de long, qui amene les eaux de Roquancour au ,, Château de Versailles, dans les réservoirs du dessous de la ram-

„ pe de la Chapelle, sous une pente ou charge de 2 pieds 6 pou-
„ ces, laquelle conduite n'a jamais fourni par sa gueule bée que
„ 22 ou 23 pouces d'eau, d'environ 30 pouces qui se présentent
„ à son embouchure, refusant les 7 à 8 pouces de surplus.

*Effet singulier de l'air cantonné dans les tuyaux de conduite.*

1272. „ Mais une chose remarquable, c'est que dès l'instant qu'on „ lâchoit l'eau à l'embouchure de cette conduite, laquelle em- „ bouchure étoit aussi de 8 pouces comme sa sortie, il se passoit „ environ 10 jours avant qu'il en parut une goutte à son bout de „ sortie, & cela, parce que le long de cette conduite il y avoit „ beaucoup de coudes élevés, dans lesquels l'air se cantonnoit, „ & d'où il ne sortoit qu'avec beaucoup de peine; c'est ce qui a „ encore fait penser à adoucir quelques coudes de cette condui- „ te, & à mettre des ventouses aux angles les plus élevés, où „ elles sont encore, & alors au bout de 12 heures, l'on vit sortir „ quelques filets d'eau, au lieu de 10 ou 12 jours qu'il falloit au- „ paravant, & 5 à 6 heures après il en sortit 22 à 23 pouces, qui „ est toute la quantité que l'on peut avoir par cette conduite.

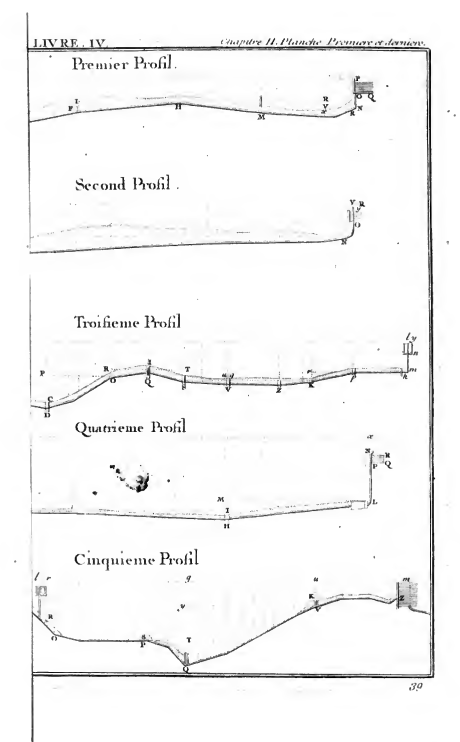
„ Une chose à remarquer, c'est que les cinq ou six dernieres „ heures qu'on attendit avant que d'avoir le plus grand écoule- „ ment d'eau, ou la plus grande dépense de cette conduite, se „ passerent à l'évacuation de bouffées de vent, de floccons d'air „ & d'eau, & de filets d'eau, qui tantôt couloient & tantôt ne „ couloient plus; ce qui fait encore voir que l'air est d'un grand „ obstacle dans les conduites.

„ Si l'eau n'avoit point de difficulté à passer dans les tuyaux de „ conduite, sa dépense seroit *comme la racine des charges;* mais „ lorsqu'elle trouve de la difficulté à couler dans ses conduites, „ la force qu'elle a pour vaincre cette difficulté, est comme la „ charge même; il faut donc sçavoir quelle est la résistance ab- „ solue que l'eau trouve à circuler [illegible] cause de son adhé- „ rence aux parois de ses conduites, [illegible] cause des autres obsta- „ cles différens quelconques; & si l'eau est si long-tems avant „ que de sortir par l'autre bout de conduite, comme nous le „ venons de remarquer dans la conduite de Roquancour.

## *Remarques sur les Expériences qui appartiennent au cinquiéme Profil.*

*Calcul sur la premiere expérience, d'où il ré-*

1273. La chute de chasse dans la premiere expérience, relative à ce profil, étoit de 36 pieds 1 pouce 6 lignes, qui répond à une vitesse de 46 pieds 6 pouces 6 lignes; & comme la charge étoit de


Premier Profil.
Second Profil.
Troisieme Profil
Quatrieme Profil
Cinquieme Profil

4 pieds 7 pouces 6 lignes, la chute de fuite n'étoit donc que de 31 pieds 6 pouces, qui répond à une vitesse de 43 pieds 5 pouces 8 lignes, dont la différence avec la précédente, est de 3 pieds 10 lignes pour la vitesse de l'eau par seconde, ou de 192 pieds 6 pouces par minute.

*sulte que la dépense effective est à la dépense naturelle dans le rapport de 11 à 18.*

Multipliant cette vitesse par 55 ℔, pesanteur d'un pied cylindrique d'eau, il viendra 10587 $\frac{1}{2}$ ℔ pour la dépense naturelle de cette conduite, si elle n'avoit eu que 12 pouces de diamétre; mais comme elle en a 18, il faut multiplier ce nombre par $\frac{9}{4}$, rapport du quarré du diamétre de 18 pouces à celui de 12, (1267) il viendra 23822 ℔ d'eau, ou 11911 pintes, ou enfin 893 pouces d'eau, pour la dépense que l'on cherche : que si on lui compare la dépense effective qui a été trouvée de 345 pouces, on verra que leur rapport peut être exprimé par $\frac{11}{18}$.

1274. Quant à la seconde expérience, la chute de chasse s'est trouvée de 93 pieds 5 pouces 6 lignes, dont la vitesse correspondante est de 74 pieds 10 pouces 6 lignes; & comme la charge étoit de 20 pieds 3 pouces, la chute de fuite n'étoit que de 73 pieds 2 pouces 6 lignes, dont la vitesse relative est de 66 pieds 3 pouces, qui étant soustraite de la précédente, donne 8 pieds 7 pouces 6 lignes, pour la vitesse de l'eau par seconde, ou 517 pieds 6 pouces par minute, qu'il faut encore multiplier par 55 ℔; il viendra 28462 ℔ pour la dépense naturelle de cette conduite, dont le tuyau de décharge étoit de 12 pouces: que si l'on réduit cette dépense en pouces d'eau, on en trouvera environ 893, au lieu de 168 qu'a donné cette seconde expérience; ainsi comparant comme cy-devant la dépense effective à la dépense naturelle, l'on trouvera que leur rapport peut être exprimé assez exactement par $\frac{3}{19}$.

*Calcul pour la seconde expérience, d'où il résulte que la dépense effective est à la dépense naturelle dans le rapport de 3 à 19.*

1275. Si la dépense effective approche beaucoup plus de la dépense naturelle, dans la premiere expérience que dans la seconde; cela vient de plusieurs causes bien sensibles. Dans la premiere, le tuyau étoit de 18 pouces de diamétre, la conduite n'avoit que 790 toises de longueur; la vitesse naturelle de l'eau ne devoit être que de 3 pieds 10 pouces 6 lignes, & il ne s'est rencontré que deux coudes & une cascade, au lieu que dans la seconde expérience, il y avoit 1550 toises de tuyaux, qui n'avoient que 12 pouces de diamétre; la conduite étoit de 2340 toises; la vitesse naturelle dans l'eau de 8 pieds 7 pouces 6 lignes, & il se rencontre dans cette conduite neuf ou dix coudes, & quatre cascades; ainsi tous ces obstacles compliqués devoient retarder considérablement la vitesse de l'eau; & il est même sur-

*Raison qui fait voir pourquoi le déchet est plus grand dans la seconde expérience que dans la premiere.*

prenant que le déchet ne soit pas plus grand qu'il se rencontre ici.

Voilà ce qu'il m'a paru qu'on pouvoit dire de plus essentiel sur les Expériences de M. Couplet, desquelles il sera aisé de déduire des formules pour la pratique, en y faisant entrer les regles que nous avons donné au commencement de ce Chapitre. J'avois établi plusieurs de ces formules, dans le dessein de les rapporter ici; mais m'étant apperçu que pour les rendre générales, il me falloit encore être prévenu de quelques expériences que je ne suis point à portée de faire présentement, je me suis réservé de donner ces formules dans un autre Ouvrage, avec plusieurs autres choses intéressantes, qui serviront de Suplément à celui-ci.

## CHAPITRE III.

### *Des Machines pour tirer l'Eau des Puits fort profonds, principalement de celles qui sont mûes par l'action du Feu.*

LA nécessité où l'on se rencontre souvent de creuser des puits fort profonds, ayant donné lieu à l'invention de plusieurs Machines pour en tirer facilement une grande quantité d'eau à la fois; j'en vais décrire plusieurs, en commençant par celles qu'on peut mouvoir par l'action du feu.

J'ai dit au commencement du second Livre (634) que les Anciens avoient ignoré l'art de mouvoir les Machines, en faisant travailler, comme nous, l'eau & l'air à la place des hommes & des chevaux; mais il restoit encore un Elément à soumettre aux Loix de la Mécanique; c'est à quoi l'on est parvenu depuis le commencement de ce siécle, en se servant du feu pour élever des poids d'une pesanteur immense, & d'une maniere si ingénieuse, qu'on n'a rien imaginé jusqu'ici, qui fasse plus d'honneur à l'esprit humain.

*Origine des Machines à feu, selon M. Papin.*

1276. Pour dire un mot de l'origine des Machines mûes par l'action du feu, l'on sçaura que je n'ai trouvé personne qui prit la chose de plus loin que M. Papin, Docteur en Médecine, Professeur en Mathématique à Marbourg, & Membre de la Société Royale de Londres, dans la Préface d'un petit Ouvrage, qui a pour titre: *Nouvelle maniere d'élever l'eau par la force du feu*, imprimé à Cassel en 1707. L'Auteur rapporte que dès l'année 1698, il avoit déja fait un grand nombre d'expériences par ordre de son Altesse Sérénissime *Charles Landgrave de Hesse*, pour essayer d'élever l'eau par la force du feu, qu'il a communiqué à plusieurs personnes, & entr'au-

tres à M. Leibnitz qui lui a répondu avoir eu aussi la même pensée.

*M. Savery est un des premiers qui ait travaillé sur cette matiere, de l'aveu même de M. Papin.*

1277. Comme dans ce tems-là M. Savery travailloit en Angleterre pour parvenir à la même fin, & qu'il a dès-lors rendu public le fruit de ses recherches. M. Papin ajoûte ; „ce que j'en dis „ ici n'est pas pour donner lieu de croire que M. Savery, qui a depuis publié cette invention à Londres, n'en soit pas effectivement l'Inventeur. Je ne doute point que cette pensée ne lui soit „ venue aussi-bien qu'à d'autres, sans l'avoir apprise d'ailleurs; mais „ ce que j'en dis est seulement pour faire voir que Monseigneur „ le Landgrave est le premier qui a formé un dessein si utile.

„ Ce travail ayant été interrompu, (continue M. Papin) feroit „ peut-être demeuré dans l'oubli, n'eut été que M. Leibnitz dans „ une Lettre du 6 Janvier 1705, me fit l'honneur de me demander ma pensée au sujet de la Machine de M. Thomas Savery, „ dont il m'envoyoit la Figure imprimée à Londres. Quoique sa „ construction fût un peu différente de la nôtre, & que je n'eusse „ pas le Discours qui devoit expliquer la Figure; je connus pourtant d'abord que la Machine Angloise & celle de Cassel étoient „ fondées sur le même principe; & j'eus l'honneur de le faire voir „ à Monseigneur le Landgrave: cela fit reprendre à S.A.S. le dessein de pousser cette invention, qui est sans doute très-utile, „ comme on verra dans la suite. Je puis donc assurer qu'il a coûté „ bien du tems, du travail & de la dépense pour conduire la chose „ à la perfection où elle est à présent, & il feroit trop long de particulariser toutes les difficultés imprévûes qui se sont rencontrées, & toutes les expériences qui ont réussi tout au contraire „ de ce qu'il sembloit qu'on en devoit attendre; ainsi je me contenterai de faire voir combien ce que nous avons à présent est „ préférable à ce que nous avons fait d'abord, & à ce que M. Savery a fait depuis, afin que le public ne puisse se méprendre dans „ le choix qu'il aura à faire entre ces différentes Machines, & qu'il „ profite sans peine de ce qui en a tant coûté; & afin aussi qu'on „ voye que l'obligation qu'on a à S.A.S. à cet égard, n'est pas simplement pour en avoir formé le premier dessein; mais aussi pour „ avoir surmonté les difficultés des premieres exécutions, & avoir „ fait conduire la chose au dégré de perfection où elle est à présent.

*La Machine de M. Savery est incomparablement plus par-*

1278. M. Papin donne ensuite la description de la Machine qu'il a exécutée, & n'oublie rien pour la mettre en valeur; mais quoiqu'il puisse dire, il s'en faut bien qu'elle soit aussi ingénieuse & aussi achevée que celle de M. Savery, qui a l'avantage de se procurer à elle-même tous les mouvemens dont elle a besoin, sans

*faite que celle de M. Papin.*

que personne y touche, au lieu que l'autre ne peut agir qu'avec le secours de plusieurs hommes, dont il y en doit avoir au moins un qui manœuvre sans interruption, avec des sujetions qui rendent cette Machine aussi imparfaite, que celle de M. de Savery est accomplie.

*M. Amontons a aussi travaillé au moyen de se servir du feu pour faire agir des Machines.*

1279. Tandis que M. Papin travailloit en Allemagne, & M. Savery en Angleterre, aux moyens de faire usage de l'action du feu pour mouvoir les Machines, M. Amontons en France étoit aussi occupé du même objet, comme si les trois Nations de l'Europe qui ont fait le plus de progrès dans les Sciences, eussent dû fournir chacune un Sçavant pour participer à la gloire d'une découverte aussi importante.

L'on trouve dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de l'année 1699, ce que M. Amontons a écrit sur ce sujet : il y propose une roue de Moulin extrêmement ingénieuse, qu'il démontre pouvoir être mûe par l'action du feu, fondé sur un grand nombre d'expériences, & sur des raisonnemens qui ne laissent aucun doute du succès de cette roue, qu'il nomme *Moulin à feu.* Quand M. Amontons a écrit son Mémoire, il paroît qu'on étoit bien incertain si l'on pourroit réussir à faire usage de l'action du feu pour mouvoir des Machines, comme on en peut juger par l'exposé de cet Auteur.

*Discours de M. Amontons, qui prouve qu'avant le commencement de ce siécle on ne s'étoit point encore servi du feu avec succès, pour faire agir des Machines.*

1280. „ Chacun ne convient pas (dit-il) que la force que le feu „ employe à produire des effets surprenans, puisse utilement servir à mouvoir régulierement les Machines où on a de coûtume d'employer les forces animées & réglées, comme sont celles des hommes & des chevaux, parce qu'on ne connoît pas „ encore bien de quelle maniere on pourroit faire cette application, & que les moyens que l'on a proposé jusqu'ici ont paru „ avoir trop d'inconvéniens. La vérité est cependant qu'on n'est „ pas plus en droit d'en douter, qu'on l'étoit avant l'invention des „ Moulins à eau & à vent, à douter que le mouvement de l'eau „ ou de l'air pussent servir aux mêmes usages ; car en ces rencontres, comme tout ne dépend que de trouver quelques moyens „ assez simples pour en rendre l'usage commode & profitable, „ l'impossibilité n'est point de la part de la chose, mais seulement „ du côté de nos connoissances qui ne s'étendent & ne s'accroissent qu'avec le tems, à mesure que les expériences & l'usage „ journalier nous en donnent occasion.

*M. Savery est le pre-*

1281. M. Amontons étant mort peu de tems après avoir exposé ses vûes, a été privé de la satisfaction de les mettre en pratique,

& d'apprendre que M. Savery étoit parvenu à ménager l'action du feu avec plus de justesse encore qu'on ne fait celle de l'eau ou du vent, lorsqu'ils sont appliqués à des Machines; car quoique M. le Marquis de Worcester soit le premier en Angleterre qui ait fait mention en termes intelligibles d'une Machine pour élever l'eau par le moyen du feu dans un petit Traité intitulé : *A Century of Inventions*, on ne peut disputer à Mr Savery d'avoir fait exécuter ces sortes de Machines pour la premiere fois dans la Grande Bretagne; ce qui est attesté par plusieurs Lettres qui m'ont été écrites à cette occasion de la part de Messieurs de la Société Royale, dans une desquelles il est aussi fait mention de M. *Newcomen*, comme ayant beaucoup contribué à la mettre dans la perfection où elle est à présent; & une preuve que cette Machine a pris sa naissance en Angleterre, & qu'elle l'emporte sur tout ce qui a été tenté en France & en Allemagne à cette occasion, c'est que toutes les Machines à feu qu'on a construit ailleurs que dans la Grande Bretagne, ont été exécutées par des Anglois, telle est celle qui se rencontre à *Fresnes*, Village proche Condé, pour y puiser l'eau des Mines à Charbon qui s'y trouvent, où j'ai fait plusieurs voyages exprès pour me mettre en état d'en donner la description & les développemens qui ne laisseront rien à désirer sur tout ce qui en compose le mécanisme & la théorie. Je m'y suis appliqué avec d'autant plus de soin, que le dessein qui a paru de cette Machine, n'étant qu'une perspective fort embrouillée, n'en peut donner qu'une idée très-confuse, au lieu que les Plans, Profils & Elévations que je vais expliquer, font voir l'objet des moindres parties, & la proportion qu'il doit y avoir entr'elles; de maniere que je me flatte que ceux mêmes qui n'auront point vû cette Machine, seront non-seulement en état d'en juger parfaitement, mais encore de la faire construire dans toute la précision qui doit lui convenir pour la rendre parfaite.

*mier qui soit parvenu à faire jouer régulierement une Machine par le moïen du feu, & on ne peut disputer aux Anglois le mérite de cette Invention.*

1282. Les Machines à feu étant composées d'un grand nombre de pieces différentes, il convient, pour ne point trop partager l'attention, de n'exposer d'abord que les principales, afin d'en faire voir l'objet & la liaison. L'on sçaura donc que le Mécanisme de ces sortes de Machines, dépend en général d'un *balancier*, dont une des extrémités répond aux pompes aspirantes qui élevent l'eau du puits, & l'autre à un *piston* qui joue dans un *cylindre*.

*Idée générale du Mécanisme des Machines à feu.*

Ce cylindre communique à un grand *Alambic* de cuivre, l'un & l'autre bien fermés de toutes parts, pour que l'air extérieur ne puisse s'y introduire, & le fond de cet Alambic sert de ciel à un fourneau, dont le feu est le moteur de la Machine.

L'eau qui bout dans l'alambic produit une *vapeur*, qui, passant dans le cylindre, éleve le piston malgré le poids de la colonne d'air dont il est chargé, & dès qu'il est parvenu à son plus haut terme, l'effet d'un certain mouvement interrompt par le moyen d'un diaphragme, nommé *Régulateur*, la communication de la chaudiere & du cylindre, dans lequel il survient subitement une *injection* d'eau froide, qui venant jaillir contre le dessous du piston, retombe en pluye, & condense la vapeur dont la force s'anéantit; ce qui fait naître un *vuide* qui donne lieu à la *colonne d'air* de chasser le piston de haut en-bas pour le ramener d'où il étoit parti; aussi-tôt le mouvement dont nous venons de faire mention agissant d'un sens contraire, ferme le *robinet d'injection*, & ouvre le régulateur, pour laisser à la vapeur la liberté de s'introduire de nouveau dans le cylindre, & recommencer la même manœuvre; ainsi *l'on voit que le jeu de cette Machine dépend de l'effet alternatif de l'eau chaude & de l'eau froide, joint à l'action de l'atmosphere :* il reste maintenant à expliquer en détail la disposition de toutes ces pieces, & de quelle maniere elles se communiquent leurs différens mouvemens.

*Explication du balancier qui fait une des principales parties de la Machine.*

PLAN. I. FIG. 2.

1283. L'on jugera de la situation & de la forme du *balancier*, en considérant la seconde Figure, où l'on verra qu'il est composé d'une grosse poutre AB, soutenue dans le milieu par deux *tourillons*, dont les *Paliers* portent sur un des pignons du bâtiment qui renferme la Machine. Les extrémités de cette poutre sont accompagnées de deux *jantes cannelées* C, D, dont la courbure a pour centre le point d'apui E, afin que les chaînes qui y sont suspendues, se maintiennent toujours dans la même direction. La premiere F porte le *piston* du cylindre, & l'autre G la *tige* qui meut les pompes *aspirantes* pour élever l'eau du puits, laquelle se décharge dans la *basche* K, où elle est toujours entretenue à une certaine hauteur.

*Le balancier est accompagné de deux petites jantes dont l'une fait agir le régulateur avec le robinet d'injection, & l'autre une pompe refoulante.*

1284. Sur une des faces de la même poutre sont attachées deux autres *jantes* semblables aux précédentes, dont la premiere H soutient une chaîne L, à laquelle aboutit une *coulisse* servant à ouvrir & fermer le robinet d'injection & à mouvoir le *diaphragme* qui regle l'action de la vapeur de l'eau chaude.

Quant à la seconde *jante* I, elle soutient aussi une chaîne O, aboutissant au *cadre* N du piston d'une pompe *refoulante*, qui éleve à 36 pieds une partie de l'eau de la basche K par un tuyau montant dans une *cuvette* M, servant à entretenir le robinet d'injection, & à plusieurs autres usages dont il n'est point encore tems de parler.

*Explication*

1285. L'ouverture du puits est de 6 pieds en quarré sur 46 toises

ses de profondeur, & de 24 pieds en 24 pieds, il y a une cuvette de plomb partagée en deux *bassins*, chacun de 24 pouces de profondeur, unis par une communication, dont la profondeur n'est que de 10 pouces sur autant de largeur. Au fond d'un de ces bassins est un corps de pompe aspirant, & dans l'autre trempe le tuyau d'aspiration de la pompe supérieure; tous les pistons de ces pompes ont 7 pouces de diamétre sur 6 pieds de *levée*, leur construction est la même que celle que nous avons décrite dans les articles 955, 956. Leurs *tiges* sont suspendues à des *poutrelles* de 24 pieds de longueur, liées les unes aux autres de la maniere qu'on le voit représenté dans la Figure 25, & composent un *train* suspendu à la jante du balancier qui est au-dessus du puits, au fond duquel est un *puisard* où viennent se rassembler les eaux de tous les rameaux de la Mine. Ainsi il faut concevoir que dans ce puisard trempe le tuyau d'aspiration d'une premiere pompe qui aspire l'eau à 24 pieds de hauteur; que de-là elle est reprise par une seconde pompe qui l'éleve encore de 24 pieds plus haut, & successivement par d'autres qui la font monter de cuvette en cuvette jusques dans la bache, parce que tous les pistons jouent en même tems: au reste, l'on observera que le puits dont nous parlons, n'a lieu que pour puiser les eaux de la Mine, & qu'il y en a un autre à 50 ou 60 toises de celui-ci, par lequel l'on tire le charbon.

*des Pompes aspirantes, qui élevent successivement l'eau du puits.*

PLAN. 3. FIG. 20. 21. 22. 23. 24. & 25.

1286. Il est bon d'être prévenu que la *charge* que soutiennent les chaînes O, G, est beaucoup plus grande que celle que portent les chaînes F, L, lorsque le poids de la colonne d'air n'agit pas sur le piston; ainsi la situation naturelle du balancier est de s'incliner du côté du puits, au lieu que la Figure seconde le représente dans un sens contraire, c'est-à-dire, dans celui où se trouve, lorsque l'injection d'eau froide ayant condensé la vapeur renfermée dans le cylindre, le poids de la colonne d'air fait baisser le piston (1282). Alors l'eau du puits est *aspirée*, & celle de la bache *refoulée* dans la cuvette M; mais quand la vapeur vient à s'introduire dans le cylindre, sa force étant supérieure au poids de la colonne d'air, souleve le piston, laisse agir le poids des *attirails* que portent les chaînes O, G, & le balancier s'incline du côté du puits, qui est la situation où il reste lorsque la machine ne joue pas, parce qu'il s'introduit de l'air dans le cylindre au-dessous du piston qui se met en équilibre par son ressort, avec le poids de celui qui est au-dessus.

*Situation du balancier lorsque la Machine ne joue pas.*

1287. Pour limiter le mouvement du balancier & amortir sa violence, afin que la machine n'en reçoive point de trop grandes secousses; l'on fait saillir en-dehors du bâtiment les extrémités P de

*Le mouvement du balancier est limité par*

*des chevrons à resforts qui en amortissent la violence.*

deux poutres, pour soutenir deux *chevrons à ressorts*, recevant un boulon qui traverse le sommet des grandes jantes du balancier, & l'on prend la même précaution pour le soulager dans sa chute du côté du cylidre; comme on en peut juger, en considérant la Figure quatorziéme, qui représente le plan du troisiéme étage du bâtiment, où l'on voit la surface supérieure du balancier avec les parties qui l'accompagnent, & le plan de la *cuvette*, laquelle peut avoir 4 pieds quarrés de base sur 3 pieds de hauteur, & contenir environ un muid d'eau.

*Description du cylindre avec ses dimensions.*

PLAN. 2. FIG. 4. & 5.

1288. Les Figures 4 & 5 représentent l'élévation & le profil du cylindre AB, dont nous avons parlé, (1282) accompagné des tuyaux qui contribuent au jeu de la machine. Ce cylindre, qui est de métal bien alaisé, a intérieurement 30 pouces de diamétre sur 9 pieds de hauteur & 18 lignes d'épaisseur. A 6 pouces au-dessous de son sommet C (renfermé dans le second étage du bâtiment) régne tout autour un rebord BD, sur lequel est attaché avec une *bride* une *coupe* de plomb DE de 18 pouces de hauteur, évasé par le haut.

Le milieu de ce cylindre est encore accompagné d'un second rebord FF, servant à soutenir sur deux poutres, entre lesquelles il est enclavé, & sur deux battes de fer qui les traversent.

*La surface du cylindre est percée de deux trous opposés pour deux causes essentielles.*

1289. A 3 pouces au-dessus de la base, le cylindre est percé de deux trous directement opposés, chacun accompagné d'un *collet* G intérieurement de 4 pouces de diamétre, dont le premier sert à introduire le tuyau d'injection H, & le second aboutit à un *godet* de cuivre I, dans le fond duquel est une soupape suspendue à un ressort de fer pour la maintenir toujours dans la même direction lorsqu'elle joue. Cette soupape que l'on nomme *reniflante*, sert à évacuer l'air que la vapeur chasse du cylindre, lorsqu'on commence à faire jouer la machine; & ensuite celui qui est emmené par l'eau d'injection, qui empêcheroit l'effet, s'il n'avoit une issue.

*Description du fond du cylindre.*

1290. Le fond A*a* de ce cylindre est une plaque de métal postiche, attachée avec des vis à une bride qui répond à la base; le milieu est traversé par un tuyau K d'un pied de hauteur, ayant intérieurement 6 pouces de diamétre, l'un & l'autre fondus ensemble, de maniere qu'une moitié se trouve dans le cylindre pour empêcher que l'eau qui tombe sur le fond n'entre dans l'alambic, & l'autre dehors, pour faciliter la jonction du cylindre & de l'alambic.

*L'eau provenant d'injection s'évacue par le fond du cylindre.*

1291. Le même fond est encore percé vers sa circonférence d'un trou *b* de 4 pouces de diamétre, avec un collet *ac* de 6 de hauteur, dont l'objet est de faciliter l'évacuation de l'eau d'injection.

*Description*

1292. Le *piston* L qui joue dans le cylindre sur une hauteur de

6 pieds, est un plateau de métal, dont le diamétre a 2 lignes de moins que celui du cylindre, sur 18 lignes d'épaisseur, plus enfoncé dans le milieu que vers la circonférence, comme on en peut juger par ses plans & profils représentés en grand dans les Figures 11, 12 & 13, où l'on remarquera que sa circonférence termine une *couronne* A de 4 pouces de largeur, formant un relief de 2 pouces. Sur cette couronne est appliquée une ou deux bandes de cuir fort épais, saillant d'une ligne sur le pourtour du piston; l'on maintient ce cuir inébranlable en le chargeant d'un *anneau* B de plomb, de même largeur que la couronne, divisé en trois parties égales, chacune accompagnée d'une queue C, qui s'encastre dans une *cellule* D faite de trois plaques de cuivre soudées verticalement sur le fond du piston.

*du piston qui joue dans le cylindre.*

PLAN. 3. FIG. 11. 12. & 13.

Le centre de ce piston est percé d'un trou qui reçoit le bout de la *tige* E F par le moyen d'un tenon arrêté avec des clavettes, & cette tige est suspendue à la chaîne du balancier.

1293. Au fond de la cuvette d'injection aboutit un tuyau de plomb H de 4 pouces de diamétre, qui s'introduit dans le cylindre en passant au travers du collet G (1289); ce tuyau est terminé par un *ajutage* plat, dont l'œil a 6 lignes de diamétre, d'où sort 9 à 10 pintes d'eau froide par chaque injection, ce qui se fait par le moyen du jeu de la clef d'un robinet M, qui s'ouvre & se ferme alternativement (1282) comme nous l'expliquerons ailleurs. Au même tuyau on en a joint un autre horisontal N, ayant au milieu un robinet par lequel on fait couler sans cesse de l'eau au-dessus du piston pour en humecter le cuir, & empêcher l'air extérieur de s'insinuer dans le cylindre; & pour que cette eau ne déborde pas la coupe, lorsque le piston vient à remonter, on a ménagé un tuyau O P de 4 pouces de diamétre, qui en reçoit le superflu qui va se rendre dans un réservoir placé en-dehors du bâtiment.

*De quelle maniere l'eau de la cuvette d'injection s'introduit dans le cylindre.*

PLAN. 2. FIG. 1. 2. 4. & 5.

1294. L'alambic est composée d'une grande chaudiere QRST un peu évasée par le haut, ayant un diamétre de 9 pieds sur 3 & demi de profondeur, accompagnée d'un rebord de 12 pouces de saillie, qui s'appuie sur une retraite R, S de 3 pouces, ménagée dans la maçonnerie qui entoure cette chaudiere, dont la surface extérieure est isolée par une petite gallerie RQ, ST de 9 pouces de largeur, qui regne tout autour, & dans laquelle circule la fumée du fourneau VQTX, pour entretenir la chaleur de l'eau bouillante.

*Description de la chaudiere qui compose le fond de l'alambic.*

PLAN. 2. FIG. 5.

1295. Le *chapiteau* RYS de l'alambic a la forme d'un dôme, composé de plusieurs plaques de cuivre liées ensemble, & revê-

*Description du chapiteau de l'alambic.*

tues de maçonnerie ſur la hauteur de 30 pouces, pour le fortifier contre la force de la vapeur, & le garantir des atteintes de tout ce qui pourroit l'endommager. Son ſommet eſt terminé par une piece circulaire de métal percée d'un trou de 6 pouces de diamétre, accompagné d'un collet de 3 pouces de ſaillie, ayant une bride pour ſe raccorder avec le tuyau de communication RZ de 18 pouces de hauteur, qui joint l'alambic avec le cylindre; & à la baſe de ce collet eſt un petit *relief* de 4 lignes de ſaillie, formant une couronne de 6 lignes de largeur contre laquelle s'applique le *régulateur* quand il interrompt le paſſage de la vapeur dans le cylindre.

PLAN. 2. FIG. 4. & 5.

*Explication des parties qui appartiennent au régulateur.*

1296. Pour faciliter l'intelligence de ce que nous venons d'inſinuer, il faut conſidérer la Figure 15, dans laquelle AB repréſente la partie dont nous parlons, de 24 pouces de diamétre, fondue avec le *collet* DCEF, accompagné d'une moitié CGIHE de la *bride*, ſervant à le raccorder avec le tuyau de communication.

Cette piece répond à quatre *ſuports* de fer KL de 4 pouces 6 lignes de hauteur, qui ſoutiennent un *anneau* OS de 2 pouces de largeur, dont le diamétre intérieur eſt de 12 pouces. A cet anneau eſt attaché un *reſſort* de fer MN de deux pouces de largeur, ſervant à ſoutenir le régulateur QR, dont le plan & le profil ſont repréſentés en particulier par les Figures 17 & 18, qui montrent que ce régulateur, qui a 7 pouces de diamétre, eſt accompagné d'un manche dont l'extrémité T eſt percé quarrément pour recevoir un *eſſieu* vertical *ab*, ayant ſon centre de mouvement éloigné de 6 pouces 8 lignes du régulateur.

PLAN. 3. FIG. 15. 16. 17. 18. & 19.

Le pivot *c* de cet eſſieu joue dans un trou V (*Fig.* 19.) pratiqué dans l'anneau VS, & la partie *ad* eſt liée à l'aide d'une clavette au manche du régulateur. Quant à la partie *ae*, qui eſt arrondie, elle joue exactement dans un trou percé à travers de la plaque AB, & préſente en-dehors de l'alambic un *tenon ef*, pour s'ajuſter avec une *clef* qui communique le mouvement au régulateur, dont le bouton Z gliſſe ſur le reſſort MN qui eſt fort poli, en deſcendant de Z en N pour ouvrir l'orifice DF, & remonte de N en Z pour le fermer.

*Situation de l'alambic & du fourneau dans le bâtiment qui renferme la Machine.*

1297. L'on jugera de l'emplacement de l'alambic dans le bâtiment où il eſt renfermé, en conſidérant la Figure 10, qui repréſente le plan du premier étage, élevé d'environ 10 pieds au-deſſus du rez-de-chauſſée. L'on y verra une coupe horiſontale de l'alambic, accompagnée du revêtement de maçonnerie qui en ſoutient le chapiteau. De cet étage l'on peut deſcendre par un petit eſcalier AB dans l'endroit où eſt le fourneau, dont la conſtruc-

PLAN. 3.

tion s'entendra aiſément, en conſidérant les Figures 8 & 9 qui en montrent le plan & le profil coupé ſur l'alignement C D (*Fig.* 10.). FIG. 8. 9. & 10.

Le fond de ce fourneau eſt une *grille* élevée de 4 pieds au-deſſus du rez-de-chauſſée ſervant de foyer, & on introduit le bois ou le charbon de terre par une ouverture E, vis-à-vis de laquelle eſt une porte C, qui répond au rez-de-chauſſée.

On a pratiqué une ventouſe FG dans l'épaiſſeur du maſſif de la maçonnerie & des terres qui ſe trouvent derriere le fourneau, afin que l'air extérieur puiſſe aiſément s'introduire dans le cendrier ſous la grille, pour animer le feu dont la fumée ne peut s'échaper par la cheminée HIK, oppoſée à l'entrée du fourneau, qu'après avoir circulé autour de la chaudiere (1294). Au reſte, comme les Figures 8 & 9 ne laiſſent rien à déſirer ſur ce qui peut appartenir au fourneau, je ne m'y arrêterai pas davantage.

*Au-deſſus du chapiteau de l'alambic eſt une ventouſe pour laiſſer échaper la vapeur quand elle eſt trop forte.*

1298. Pour achever ce qui me reſte à dire ſur l'alambic, il faut conſidérer les Figures 1 & 3, qui repréſentent en grand la ſurface de ſon chapiteau, où l'on remarquera la poſition A d'un bout de tuyau de 4 pouces de hauteur ſur autant de diamétre, ſoudé verticalement ſur le chapiteau. Au ſommet de ce tuyau eſt adaptée une ſoupape, que nous nommerons *ventouſe*, dont l'objet eſt de donner de l'air à l'alambic, lorſque la vapeur devient par trop forte; elle ſe leve aſſez ſouvent quand le régulateur eſt fermé, & que le piſton deſcend.

PLAN. 2. FIG. 1. 3. 4. & 5.

*Uſage de deux tuyaux pour éprouver la hauteur de l'eau dans l'alambic.*

1299. L'on remarquera auſſi que l'ellipſe BC, dont le grand axe eſt de 18 pouces, & le petit de 14, eſt une plaque de cuivre, qui ſe détache quand on veut pour entrer dedans l'alambic lorſqu'il y a quelque réparation à y faire. A cette plaque ſont attachés aux endroits D, E, deux tuyaux pendans *p*, *q*, repréſentés dans la cinquiéme Figure, dont le premier *p* eſt plus court de 3 pouces que le ſecond *q*, qui deſcend juſqu'au niveau RS du bord de la chaudiere; ces tuyaux ont au ſommet chacun une clef de robinet, ſervant à éprouver à quelle hauteur eſt la ſurface de l'eau dans l'alambic: par exemple, ſi en les ouvrant on s'apperçoit qu'ils donnent tous deux de la vapeur, c'eſt une marque que l'eau eſt trop baſſe, & au contraire s'ils donnent tous deux de l'eau, ç'en eſt une qu'elle eſt trop haute, mais ſi l'on donne de l'eau & l'autre de la vapeur, alors la ſurface de l'eau eſt à une hauteur convenable; ce qui arrive quand elle ſe rencontre à un ou deux pouces au-deſſus du bord RS de la chaudiere.

Si l'eau ſort par les tuyaux d'épreuve, cela vient de ce que la vapeur faiſant effort de toute part pour s'échaper, preſſe la ſurfa-

ce de l'eau dans laquelle le tuyau trempe & l'oblige à monter comme dans les pompes aspirantes, parce que la chaleur a extrêmement dilaté l'air qui se trouve dans ce tuyau.

*De quelle maniere on évacue la vapeur de l'alambic pour arrêter la Machine.*

FIG. 5.

1300. Au chapiteau de l'alambic est encore adapté un tuyau de cuivre *def* que l'on nomme *cheminée*, dont l'extrémité *f* qui aboutit hors du bâtiment, est fermé d'une soupape, attachée à une corde qui passe sur deux poulies; ce tuyau qui a 5 pouces de diamétre sert à évacuer la vapeur en ouvrant sa soupape lorsqu'on veut arrêter la Machine, & à lui donner une échapée lorsqu'elle acquiert assez de force pour élever la soupape, autrement elle mettroit l'alambic en danger de crever.

*Usage d'un Réservoir provisionnel pour fournir de l'eau à l'alambic.*

1301. En-dehors du bâtiment est une plate-forme de maçonnerie au niveau du premier étage, sur laquelle est placé un réservoir *provisionel* fait de madriers, doublés de plomb, dans lequel on entretient ordinairement 33 ou 34 muids d'eau, provenant du superflu de la cuvette d'injection qui descend par le tuyau *h* (1284). Ce réservoir qui est accompagné d'une décharge de superficie *i*, sert à introduire dans l'alambic, quand il est ouvert, environ 26 muids d'eau par le moyen d'un tuyau *kz*, accompagné d'un robinet *m*, & on vuide l'alambic par un autre *no* qui passe sous la platte-forme.

1302. Comme on ne peut faire jouer la machine sans avoir de l'eau dans la cuvette d'injection, l'on a placé dans le troisiéme étage une pompe aspirante Q (*Fig.* 2.) dont le tuyau RST aboutit vers le fond du réservoir provisionel, afin qu'au besoin on en puisse tirer de l'eau pour remplir cette cuvette, qui est ordinairement vuide, quand la Machine ne joue pas, parce que l'eau qui part du fond pour se rendre sur le piston, & qui se décharge ensuite dans le réservoir (1293) est bien-tôt épuisée quand la pompe refoulante n'agit pas, & qu'on n'a point pris la précaution un moment auparavant d'arrêter la Machine, de fermer le robinet d'injection qui conduit l'eau dans la coupe.

*De quelle maniere l'eau d'injection sort du cylindre.*

PLAN. 2.
FIG. 5.

1303. Nous avons dit (1291) que le collet *ac* facilitoit l'évacuation de l'eau d'injection qui tomboit dans le cylindre, pour cela ce collet est raccordé avec un tuyau, ayant deux *rameaux* inégaux, dont le plus grand *rf* nommé *rameau d'évacuation* de 2 pouces de diamétre, va aboutir au fond d'une petite *citerne*, dans laquelle se décharge environ les trois quarts de l'eau d'injection. A l'extrémité *t* de ce raméau est une soupape suspendue à un ressort de fer; cette soupape, qui est fermée quand le piston descend, & qui est toujours baignée d'eau, afin que l'air extérieur ne puisse y entrer

eſt chargée de plomb, de maniere que le poids de l'eau, qui remplit le rameau d'évacuation ne puiſſe lever à chaque injection la ſoupape, qu'il ne ſoit aidé par la force de la vapeur.

La citerne dont nous parlons n'eſt autre choſe qu'une cuvette de plomb placée ſous l'arcade de la platte-forme, ayant deux tuyaux, l'un ſervant de *décharge de ſuperficie*, & l'autre de fond; ainſi l'on voit qu'en-dehors du bâtiment, au pied de la platte-forme, l'on peut avoir deux baſſins, dont l'un recevra de l'eau froide, provenant du réſervoir proviſionel, & l'autre de l'eau chaude, provenant de la citerne.

*Une partie de l'eau d'injection paſſe dans l'alambic pour ſupléer au déchet que cauſe la vapeur.* PLAN. 3. FIG. 7.

1304. Pour entendre l'objet du petit rameau *ux*, dont le bout eſt fermé hermétiquement; il faut conſidérer la figure 7, qui repréſente l'alambic & le cylindre vûs en face du côté du réſervoir proviſionel; l'on y remarquera qu'à ce rameau eſt adapté un tuyau *y*, qui communique à un autre vertical *z* nommé *tuyau nourricier* de 18 lignes de diamétre, dont une partie trempe dans l'eau de l'alambic juſqu'à 4 ou 5 pouces de fond, & l'autre partie ſaille de 3 pieds en-dehors: or, l'on ſçaura que le quart qui nous reſte de l'eau d'injection & qui ſort tiede du cylindre, vient remplacer par ce tuyau le déchet que cauſe la vapeur à l'eau de l'alambic, qui ſe trouve par-là toujours entretenu à la même hauteur.

1305. Ayant inſinué (1299) que la force de la vapeur faiſoit monter l'eau bouillante dans les tuyaux *d'épreuves* lorſqu'ils y trempoient, l'on voit que la même cauſe doit auſſi la faire monter dans le tuyau *nourricier*, puiſqu'il eſt ouvert par les deux bouts, auſſi s'éleve-t'elle au-deſſus de la communication *y* juſqu'à un certain point où la vapeur la ſoutient en équilibre avec le poids de la colonne d'air qui lui eſt oppoſé.

*De quelle maniere ſe fait cette opération.*

1306. L'action de la vapeur ne pouvant pouſſer de bas en haut le piſton avec une force capable de ſurmonter le poids de la colonne d'air dont il eſt chargé, ſans preſſer de haut en-bas avec la même force la ſurface de l'eau qui eſt tombée dans le fond du cylindre; cette eau eſt refoulée dans les deux rameaux, de maniere que celui *d'évacuation* en reçoit les trois quarts (1303), & le reſte paſſe dans le nourricier *z* où elle contraint l'eau chaude qui s'y trouve de deſcendre pour en occuper la place, juſqu'à l'inſtant qu'une nouvelle opération l'oblige de paſſer à ſon tour au fond de l'alambic.

*L'on peut auſſi introduire dans l'alambic de l'eau de la coupe.*

1307. Au petit rameau *ux* eſt attaché un *godet a*, au fond duquel eſt une ſoupape chargée de plomb que l'on ouvre pour introduire de l'eau tiede dans tous les tuyaux dont nous venons de faire mention, afin d'en chaſſer l'aire lorſqu'on commence à faire

FIG. 5. & 7. la Machine; cette eau, qui peut aussi couler dans l'alambic, est tirée du sommet du cylindre (1293) par un tuyau descendant *ll*, au bas duquel est un robinet.

*Détail des pieces qui font jouer le régulateur.* PLAN. 3. FIG. 1. 3. & 6.

1308. Il nous reste à expliquer le mouvement qui fait agir le régulateur & le robinet d'injection; pour cela il faut examiner la Figure 6, qui est une élévation des parties de la Machine vûes du côté du puits, dont plusieurs sont représentées de côté dans la premiere Figure, & en plan dans la troisiéme; ainsi à mesure que nous les citerons, on pourra les reconnoitre en suivant les lettres semblables qui les désignent.

L'on voit d'abord deux *poteaux* A, soutenant un *essieu* BC, qui ensile les anneaux d'un *étrier abcd*, semblable à celui dont il est fait mention dans l'article 1163, avec cette seule différence qu'il n'est traversé que par un boulon *e*, autour duquel joue une *fourche fg*, dont la queue *h* aboutit à la *clef i* du régulateur (1296).

Au même essieu sont attachés une *patte* DR à deux *griffes* qui font mouvoir l'étrier, deux *branches* de fer EF, GH, & la *tige* I d'un *poids* K, dont la chute produit un effet semblable à celui qui est décrit dans l'article 1164.

Nous avons dit (1284) que la chaîne attachée à l'une des jantes du balancier portoit une *coulisse*, qui n'est autre chose qu'un chevron pendant L, ayant une fente dans le milieu; cette coulisse qui joue du même sens que le piston, & qui sert à communiquer le mouvement au régulateur & au robinet d'injection, ensile sur le rez-de-chaussée du premier étage un bout du madrier M qui la maintient toujours verticale en descendant dans un trou N pratiqué au-dessous. FIG. 1.

*De quelle maniere le mouvement se communique au régulateur.*

1309. La fente de la coulisse est traversée d'un boulon P revêtu de cuir, au-dessus duquel vient se rendre par intervalle la branche EF; à l'instant que le piston étant parvenu au bas du cylindre, le régulateur s'ouvre pour laisser passer la vapeur; alors le balancier éleve la coulisse L, le boulon P fait monter l'extrémité de cette branche, par conséquent tourner l'essieu qui releve le poids K; & pendant ce tems-là l'étrier reste immobile: mais aussi-tôt que le poids a passé la verticale, il imprime en tombant du côté du cylindre une force à griffe D, qui frappe le boulon *e*, & chasse cet étrier en arriere; par conséquent la manivelle *i* qui ferme alors le régulateur.

Quand la coulisse monte & qu'elle entraîne avec elle la branche EF, l'essieu en tournant & la chute du poids, font monter aussi l'autre branche GH; peu après cette coulisse venant à descendre,

une

une *cheville* Q attachée à une de ses faces ramene la branche G H, qui fait tourner l'essieu & releve le poids, qui tombant ensuite de la gauche à la droite, la griffe R pousse en avant l'étrier qui étoit resté immobile pendant la descente de la coulisse; alors la manivelle ouvre le régulateur.

1310. A la *clef* du robinet d'injection *g* est attachée une *patte d'écrevisse h*, dans laquelle agit une *broche* de fer *a b* qui frappe par un mouvement de *vibration*, tantôt d'un sens & tantôt de l'autre, pour ouvrir & fermer le passage de l'eau; cette broche est attachée à l'*essieu* d'un levier *c d*, servant de *queue* à un marteau *f*, échancré par le dessus pour s'accrocher par intervalle dans une *coche* faite à un morceau de bois *e i*, qui passe au travers d'une fente pratiquée au poteau pendant S qui soutient le levier *c d*; cette piece que je nomme *déclit*, est mobile à son extrémité *e*, autour d'un boulon, & l'autre *i* est suspendue en l'air par une ficelle attachée au plancher. *Détail des pieces qui appartiennent au robinet d'injection.* FIG. 1. & 6.

1311. Pour juger de la maniere dont ces pieces agissent, l'on sçaura qu'à l'une des faces de la coulisse opposée à celle dont nous venons de parler (1309), est aussi attachée une *cheville* T qui souleve le *déclit* lorsque la coulisse est parvenue à sa plus haute élévation; alors le marteau *f* cessant d'être soutenu, tombe avec violence, le levier *c d* fait la bascule, & la broche *a b* agissant en arriere contre la patte *h* ouvre le robinet d'injection; & pendant que l'eau jaillit dans le cylindre, le marteau repose sur un bout de planche horisontale V. Après cette opération la coulisse L redescend, & la cheville T qui a levé le *déclit* rencontrant en chemin le levier *c d*, l'oblige de descendre pour relever le marteau & le remettre dans sa premiere situation; comme cela ne se peut faire sans que la broche *a b* pousse en avant la patte *h* pour la ramener d'où elle étoit partie, le robinet d'injection se referme jusqu'au moment où la coulisse L remontant de nouveau, recommence la premiere manœuvre. *Explication du mouvement qui fait agir le robinet d'injection.*

1312. Il suit de ce que l'on vient d'exposer, que lorsque la coulisse descend, elle ferme le robinet d'injection, immédiatement après elle ouvre le régulateur dans l'instant qu'elle est parvenue au plus bas; & qu'au contraire, lorsqu'elle est montée au plus haut, le robinet d'injection s'ouvre, & le régulateur se referme. Ainsi ces deux effets, quoique contraires, entretiennent toujours la Machine dans un mouvement régulier, lorsque la chaleur du fourneau est uniforme, & que toutes les autres pieces agissent comme il faut. On remarquera que l'on rend le jeu du régulateur, & celui du ro- *Conclusion sur le jeu du régulateur, & celui du robinet d'injection.*

binet d'injection, plus ou moins prompt, selon que les chevilles, qui accompagnent la couliſſe, ſont placées plus ou moins hautes, c'eſt pourquoi les faces de la couliſſe ſont percées de pluſieurs trous.

*Explication de la manœuvre que l'on exécute pour commencer à faire jouer la Machine.*

1313. Pour donner le premier mouvement à la Machine, l'on commence par remplir d'eau la chaudiere (1301), enſuite on allume le feu, on fait jouer la pompe aſpirante, afin de remplir la cuvette d'injection s'il eſt néceſſaire (1302), & on laiſſe couler l'eau dans la coupe (1293); immédiatement après celui qui dirige la Machine vient voir dans quelle ſituation eſt le régulateur, afin de l'ouvrir s'il étoit fermé, ayant la facilité, à l'aide d'une *manivelle*, de donner à l'eſſieu les mêmes mouvemens que lui imprime la couliſſe, la vapeur paſſe dans le cylindre, en chaſſe l'air & échauffe l'eau qui eſt au-deſſus du piſton, que l'on fait couler dans le godet pour remplir les tuyaux par leſquels ſe décharge l'eau d'injection. (1307).

Pendant cette manœuvre la Machine reſte en repos juſqu'au moment qu'elle même donne le ſignal pour avertir qu'il eſt tems de la faire jouer; ce qui ſe manifeſte, lorſque la vapeur ayant acquis aſſez de force pour ouvrir la ſoupape qui fermoit ſa cheminée, (1300) en ſort avec détonation. Auſſi-tôt le Directeur qui attend ce moment, prend de la main droite la queue du marteau (1311) & de la gauche la branche (1309) ferme le régulateur, & un inſtant après ouvre le robinet d'injection qui fait deſcendre le piſton, enſuite le régulateur s'ouvre de lui-même, & la Machine continue de jouer ſans qu'on y touche par l'effet alternatif de la vapeur & de l'eau froide, ſecondé du poids de l'atmoſphere (1282).

*Le mouvemens de la Machine doit être reglé, de maniere qu'elle ne produiſe que 15 impulſions par minute.*

1314. Quand le mouvement de la Machine eſt bien réglé, elle produit ordinairement 15 impulſions dans une minute, & il ne faut pas qu'elle en donne davantage. J'ai obſervé à celle de Freſnes que le piſton mettoit autant de tems à monter qu'à deſcendre.

*Conjecture ſur la maniere dont ſe forme la vapeur.*

1315. Pour dire un mot de la maniere dont ſe forme la vapeur, il faut conſidérer que le feu ou *la matiere ſubtile* pénetre le fond de l'alambic, paſſe au travers ſes pores, met les parties de l'eau dans une extrême agitation; & comme cette *matiere* ne cherche qu'à s'étendre pour ſe mouvoir avec plus de liberté, elle s'éleve au-deſſus de l'eau dont elle entraîne les *parcelles* les plus déliées en une quantité prodigieuſe, qui ſont effort de toutes parts pour s'échaper avec une force qui devient ſupérieure à celle du poids de l'air; & quand le régulateur vient à s'ouvrir, elle entre avec impétuoſité dans le cylindre, pouſſe le piſton devant elle, juſqu'à l'inſtant où l'injection d'eau froide condenſe cette vapeur, & anéantit ſa

force; alors elle retombe en eau (1282), laisse le cylindre vuide, & donne lieu au poids de l'atmosphere de ramener le piston. Ainsi l'on voit que dans l'espace de deux secondes que dure l'injection, 9 ou 10 pintes d'eau froide (1293) condensent environ 4 muids de vapeur, & que pendant ce tems il s'en forme une assez grande quantité pour relever le piston de nouveau, aussi-tôt que le régulateur lui en laisse la liberté. On se rappellera (1306) que quand cette vapeur entre dans le cylindre, elle refoule l'eau qui se trouve au fond, en fait passer environ sept pintes dans le rameau de décharge, & trois dans l'alambic.

*Expériences de M. Desaguliers sur la force de la vapeur de l'eau bouillante.*

1316. J'ai appris du célebre Docteur Desaguliers, qui a fait beaucoup d'expériences sur les Machines à Feu, que la *force de la vapeur dans le cylindre ne surpassoit jamais d'un dixiéme la résistance de l'air extérieur, ni n'étoit jamais d'un dixiéme plus foible; mais entre ces deux proportions*, cette force changeant continuellement, selon que le piston est plus ou moins élevé, c'est-à-dire, selon que l'espace est plus ou moins grand.

1317. Ce Sçavant Physicien prétend aussi que *la vapeur de l'eau bouillante est environ quatorze mille fois plus rare que l'eau froide, & qu'alors elle est aussi forte par son ressort que l'air commun, quoique seize fois plus rare.*

*Calcul de la puissance qui fait agir cette Machine.*

1318. Pour insinuer de quelle maniere l'on doit faire le calcul de cette Machine, il faut considérer que le diamétre du piston étant de 30 pouces (1288), sa superficie sera de $4\frac{5}{7}$ pieds quarrés, qu'il faut multiplier par 2205 ℔, pesanteur d'une colonne d'air d'un pied quarré de base (791), il viendra 10828 ℔ pour l'action de l'air extérieur sur le piston, par conséquent pour la force de la puissance motrice.

Les pompes aspirantes élevant ensemble une colonne d'eau de 7 pouces de diamétre (1285) sur 46 toises ou 276 pieds de hauteur, l'on trouvera que cette colonne pese 5165 ℔.

La pompe de la bache faisant monter l'eau à 36 pieds de hauteur (1284) & son diamétre n'étant que de 6 pouces, le poids de la colonne d'eau que refoule son piston se trouve de 495 ℔; mais comme le bras du levier de ce piston n'est que les trois cinquiémes de celui de la puissance, il faut réduire ce poids en le multipliant par $\frac{3}{5}$ pour avoir 297 ℔, qui étant ajouté à 5165 ℔, il viendra 5462 ℔, à quoi il faut encore ajoûter le poids des attirails qui répondent au puits & à la bache, que j'estime d'environ 4000 ℔; déduction faite de celui du *grand piston;* ainsi la puissance aura à surmonter une résistance d'environ 9165 ℔; & comme cette puis-

ſance a été trouvée de 10828 ℔, elle ſera donc ſupérieure de 1663 ℔ au poids qu'elle doit enlever.

*La puiſſance doit être au poids, comme 6 eſt à 5, pour prévenir tous inconvéniens.*

1319. Il eſt à remarquer que cette ſupériorité de la puiſſance ſur le poids, & qui doit être au moins dans le rapport de 6 à 5, eſt néceſſaire, non-ſeulement pour rompre l'équilibre, mais encore parce que le piſton n'eſt point chaſſé tout-à-fait par la peſanteur *abſolue* de l'air, puiſqu'il fuit & ſe dérobe en partie à ſon impreſſion, & que d'ailleurs il ne faut pas compter que quand le piſton deſcend, le cylindre ſoit entierement privé d'air groſſier, puiſque l'eau d'injection en entraîne toujours une certaine quantité, qui ſe trouvant renfermé dans un plus petit eſpace, à meſure que le piſton deſcend, pourroit acquérir une force de reſſort aſſez ſenſible pour lui réſiſter.

*Quand la Machine produit 15 impulſions par minute, elle épuiſe 155 muids d'eau par heure, élevée à 46 toiſes.*

1320. Ayant dit (1314) que la Machine produiſoit 15 impulſions par minute, lorſque ſon mouvement eſt bien réglé, l'on voit que dans le même tems, elle épuiſe une colonne d'eau de 15 toiſes de hauteur ſur 7 pouces de diamétre, ou 155 muids d'eau par heure, dont environ 25 pintes montent à chaque impulſion dans la cuvette ſupérieure, & le reſte ſe décharge dans un petit canal (*Fig.* 20.) qui la conduit où l'on veut.

*Cette Machine produit quatre fois plus d'effet que 50 chevaux dirigés par 20 hommes, appliqués à une Machine ordinaire.*

1321. Avant que cette Machine fût établie à Freſnes, il y en avoit une d'une autre eſpece, qui agiſſoit jour & nuit ſans diſcontinuer, & pour laquelle il falloit entretenir 20 hommes & 50 chevaux, au lieu que préſentement on épuiſe en 48 heures toute l'eau que les ſources peuvent fournir dans le courant de la ſemaine, & deux hommes ſuffiſent pour veiller tour à tour au gouvernement de la Machine.

*Quelle eſt la quantité de charbon ou de bois pour l'entretien du fourneau, pendant 24 heures.*

1322. Le fourneau conſomme en 24 heures deux muids de charbon de terre, chacun contenant environ 14 pieds cubes, ou deux cordes de bois, chacune de 8 pieds de longueur ſur 4 de largeur & autant de hauteur.

J'ajoûterai que dans la deſcription précédente, je me ſuis écarté en quelques endroits de ce qu'on a ſuivi à Freſnes, pour expoſer les choſes, non pas tout-à-fait comme elles ont été exécutées, mais comme elles auroient dû l'être, ſans cependant avoir rien changé d'eſſentiel.

*Conclusion ſur l'excellence de cette Machine.*

1323. Il faut avouer que voilà la plus merveilleuſe de toutes les Machines, & qu'il n'y en a point dont le Mécaniſme ait plus de rapport avec celui des animaux. La chaleur eſt le principe de ſon mouvement; il ſe fait dans ſes différens tuyaux une circulation, comme celle du ſang dans les veines, ayant des valvules qui s'ou-

vrent & ſe ferment à propos; elle ſe nourrit, s'évacue d'elle-même dans des tems réglés, & tire de ſon travail tout ce qu'il lui faut pour ſubſiſter.

*Cette Machine peut auſſi ſervir à élever l'eau auſſi haut que l'on voudra au-deſſus de l'horiſon.*

1324. On remarquera que ſi l'on avoit à élever l'eau d'une ſource à une hauteur conſidérable au-deſſus de l'horiſon, dans des tuyaux poſés verticalement, ou ſur un plan incliné, on pourroit ſe ſervir de la même Machine, en diſpoſant des pompes aſpirantes & refoulantes, de la maniere la plus convenable à la ſituation du lieu.

*La théorie des Machines à Feu à l'égard du calcul de leurs effets, eſt la même que celle des Pompes mûes par un courant.*

1325. Nous avons inſinué dans l'article 905 que lorſqu'un fluide faiſoit mouvoir des pompes à l'aide d'une Machine où le bras de levier du poids eſt égal à celui de la puiſſance, il arrivoit toujours que *la ſuperficie du piſton, celle d'une des aubes, la chute capable de la viteſſe reſpective du fluide, & la hauteur où l'on veut élever l'eau, compoſoient quatre termes réciproquement proportionnels.* Or pour peu qu'on y faſſe attention, l'on verra que cette regle s'appliqueroit naturellement aux Machines à feu, dans le goût des précédentes, ſi l'on pouvoit faire abſtraction du poids des attirails, & qu'il ne fût pas queſtion de la pompe refoulante qui eſt dans la bache, parce que la ſuperficie du piſton qui joue dans le cylindre peut être regardée comme celle d'une aube, & le poids de la colonne d'air, ou celui d'une colonne d'eau de $31\frac{1}{2}$ pieds de hauteur (791) comme la force abſolue du fluide, qu'on n'auroit plus qu'à multiplier par $\frac{4}{9}$, pour avoir ſa force relative (1319). Alors le *produit du quarré du diamétre du grand piſton par la hauteur réduite de la colonne d'eau, équivalente au poids de l'atmoſphere, feroit égal au produit du quarré du diamétre du petit piſton, qui doit aſpirer ou refouler l'eau, par la hauteur où elle doit être élevée.* Que ſi les tourillons, ou le centre de mouvement du balancier n'étoit pas dans le milieu, il faudroit que ces deux produits fuſſent dans la raiſon réciproque des bras de levier du grand & du petit piſton; mais comme cette formule ne peut être d'aucun uſage, puiſqu'elle ne renferme point pluſieurs circonſtances auſquelles il faut avoir égard; cherchons d'en établir une autre plus complette, & ne regardons ce que je viens de dire que comme une Introduction à ce qui ſuit.

Il eſt eſſentiel d'obſerver que nous ſuppoſons que la valeur de toutes les lignes que nous allons déſigner par des lettres, eſt exprimée en pieds ou fractions de pieds.

*Formule générale pour déterminer les*

1326. Nommant P, le poids du grand piſton; D, ſon diamétre, ou celui du cylindre, & *a* ſon bras de levier; *p*, le poids des attirails qui répondent au petit piſton; *d*, ſon diamétre, & *b*, ſon

*dimensions des principales parties des Machines à Feu.*

bras de levier; $h$, la hauteur où l'eau doit être élevée; Q, le poids de la colonne d'eau que la pompe de la bache doit refouler, y compris le poids des attirails de son piston; R, son bras de levier; $q$, le poids de la coulisse, & $r$, son bras de levier. Cela posé, considérez que $\frac{11}{14}$ D D, exprimera la superficie du cercle du grand piston, qui étant multipliée par 2205 ℔, pesanteur d'une colonne d'air d'un pied quarré de base (791), & le produit par $\frac{5}{6}$, pour n'avoir égard qu'à la force relative de la puissance (1319), l'on aura $\frac{11}{14}DD \times 2205$ ℔ $\times \frac{5}{6} + P$ ou $\frac{5775}{4}DD + P$, pour l'expression de la puissance, joint au poids du grand piston: multipliant ces deux termes par leur bras de levier ($a$), & ajoûtant au produit celui du poids de la coulisse par son bras de levier, l'on aura $a \times \overline{\frac{5775}{4}DD + P} + qr$ pour le moment de la puissance.

Présentement, considérez que l'on a aussi $\frac{11}{14}ddh$ pour l'expression du volume de la colonne d'eau que le petit piston doit aspirer ou refouler, dont on aura le poids en le multipliant par 70 ℔, pesanteur d'un pied cube d'eau; que si l'on joint à ce produit le poids $p$ des attirails, & qu'on multiplie cette quantité par le bras de levier $b$, il viendra $b \times \overline{\frac{11}{14}ddh \times 70 \text{℔} + p}$, à quoi il faut encore ajoûter QR, produit du poids de la colonne d'eau de la bache par son bras de levier, il viendra $b \times \overline{55\,ddh + p} + QR$ pour le moment du poids, qui donne avec celui de la puissance $a \times \overline{\frac{5775}{4}DD + P} + qr = b \times \overline{55\,ddh + p} + QR$, qui est une formule générale, par le moyen de laquelle l'on pourra toujours connoître celle des grandeurs variables que l'on ignorera, moyennant la connoissance des autres; ce qui sera facile, pour peu que l'on ait le calcul familier. A l'égard des frottemens, comme leur résistance dans cette Machine est presqu'insensible, n'ayant gueres lieu qu'aux tourillons du balancier, dont le rayon est extrêmement petit par rapport au bras de levier de la puissance, j'ai crû devoir les regarder comme nuls, pour ne point rendre cette formule trop composée.

*L'on peut rendre la formule précédente plus simple pour les principaux cas où l'on*

1327. Pour exposer les principaux cas où l'on peut faire usage de la formule précédente, je considere que des grandeurs qui la composent, il y en a plusieurs qui sont déterminées par la disposition qu'il faudra donner à la Machine: par exemple, l'on connoîtra toujours le bras de levier & le poids de la colonne d'eau qu'il faudra élever dans la cuvette d'injection (QR), la position des

tourillons du balancier, par conféquent le rapport des deux parties de fa longueur ($a$, $b$), le poids des attirails ($p$) des pompes afpirantes, dès qu'on fçaura la profondeur du puits, d'où l'on voudra tirer l'eau; la pefanteur du grand pifton (P) & de la couliffe ($r$), qui font deux termes qu'il convient de fuprimer de la formule, pour la rendre plus fimple, foit en les fouftrayant d'abord du poids des attirails, ou en faire abftraction pour avantager la puiffance agiffante. D'autre part, comme il eft naturel de placer les tourillons dans le milieu du balancier, à moins qu'on ne foit abfolument contraint d'en ufer autrement, pour rendre le bras du levier de la puiffance plus grand que celui du poids; il fuit qu'en fuppofant $aP + qr = o$, & $a = b$, l'on aura $\frac{1725}{4}DD = 55ddh + p + \frac{QR}{a}$ pour la formule réduite, dans laquelle il n'y a plus que les grandeurs D, $d$, $h$, qui foient fujettes à varier dans les trois cas fuivans. *en peut faire ufage.*

1328. Je fuppofe qu'il eft queftion d'élever l'eau d'un puits dont on connoît la profondeur, ou de la refouler à une certaine hauteur ($h$) au-deffus de l'horifon (1324), & que l'on a déterminé le diamétre des pompes ($d$) afin que la Machine puiffe fournir une certaine quantité d'eau proportionnée à la levée des piftons, & au nombre des impulfions par minute, & qu'il s'agit de fçavoir le diamétre du cylindre; alors on n'aura qu'à fupofer $D = x$, & dégager cette inconnue pour avoir $x = \frac{\sqrt{220ddh + 4p + \frac{4QR}{a}}}{1725}$.

*Déterminer le diamétre du cylindre en connoiffant celui du pifton des pompes, & la hauteur où on veut élever l'eau.*

1329. Si le diamétre du cylindre étoit déterminé, de même que la hauteur où l'on veut faire monter l'eau, foit en la tirant du fond d'un puits, ou en la refoulant fur une éminence, & qu'on voulût connoître le diamétre du pifton, il faudra fuppofer $d = x$, & dégager cette inconnue pour avoir $\frac{\sqrt{\frac{1725}{4}DD - p - \frac{QR}{a}}}{55h} = x$.

*Trouver le diamétre des Pompes en connoiffant la hauteur où elles doivent élever l'eau & le diamétre du cylindre.*

1330. Enfin, fi le diamétre du cylindre étoit encore donné, & celui du pifton qui doit afpirer ou refouler l'eau, & qu'on voulut fçavoir à quelle hauteur on pourra la faire monter, il faudra encore fuppofer $h = x$, & dégager l'inconnue pour avoir $\frac{\frac{1725}{4}DD - p - \frac{QR}{a}}{55dd} = x$.

*Le diamétre du cylindre étant donné, & celui des Pompes, connoître la hauteur où l'eau pourra être élevée.*

1331. Il convient de remarquer que dans le premier cas, lorf- *La gran-*

*deur du récipient doit être proportionnée à la grosseur du cylindre, afin d'avoir une quantité de vapeur suffisante pour le jeu de la Machine.*

qu'on sera obligé de faire le diamétre du cylindre au-dessus de 30 pouces (1288), il faudra augmenter la capacité du récipient, à proportion de celle du cylindre, afin d'avoir une assez grande quantité de vapeur, pour que la Machine puisse être capable d'environ 15 impulsions par minute (1328) autrement elle en donneroit moins. A l'égard des accroissemens que la capacité du cylindre peut recevoir, je connois des Machines à feu dont le grand piston a 36 pouces de diamétre, & j'estime qu'au besoin, on peut lui en donner jusqu'à 40, & par conséquent rendre la Machine capable d'un effet double de celui dont nous avons parlé dans l'article 1321.

*La Machine de M. Papin quoiqu'inférieure à celle de M. Savery, peut avoir son utilité, en la perfectionnant.*

1332. Quand j'ai insinué que la Machine de M. Savery étoit beaucoup plus parfaite que celle de M. Papin, je n'ai pas prétendu que cette derniere ne pût être d'aucun usage, je pense au contraire, que si l'on parvenoit à la faire jouer de façon qu'elle se procurât à elle-même, comme la précédente, les différens mouvemens dont elle peut avoir besoin, l'on pourroit s'en servir utilement dans bien des occasions. Car quoique celle de M. Savery ait cet avantage, il ne paroît pas qu'elle puisse exercer d'autres fonctions que d'élever l'eau par le moyen des pompes, au lieu que l'objet de M. Papin est principalement de faire tourner une roue de Moulin, pour donner le mouvement à des meules, chapelets, pilons, pompes, &c. dans les endroits où l'on est privé d'un courant ou d'une chute d'eau, & où en récompense le bois se trouve commun; c'est pourquoi j'ai crû devoir rapporter ici ses idées, afin qu'elles contribuent à en faire naître d'autres à ceux qui voudront pousser les choses plus loin.

PLAN. 4. FIG. 1.

*Description de la Machine de M. Papin.*

1333. La principale piece de cette Machine est un vaisseau A, ayant la figure d'un sphéroïde, dont l'axe est supposé de 26 pouces, & le diamétre de son grand cercle de 20, placé dans un fourneau, de maniere que le feu puisse l'entourer de toutes parts. Ce vaisseau qui est de cuivre, & que je nomme Alambic, doit contenir de l'eau jusqu'aux deux tiers que l'on introduit par un tuyau B. A cet alambic est adapté un syphon CD, qui répond à un cylindre GH de 20 pouces de diamétre sur autant de hauteur, tenant lieu de corps de pompe, dans lequel joue un piston de cuivre ST, creux en-dedans, afin de pouvoir flotter sur l'eau. Ce cylindre qui n'a point de fond, a sa base adaptée avec un tuyau recourbé IKO, qui passe au travers le fond d'un autre cylindre MN de 3 pieds de hauteur sur 23 pouces de diamétre, fermé de toutes parts, pour que l'air extérieur ne puisse s'y introduire; & l'on

l'on remarquera que le même tuyau est accompagné d'un vaisseau Y, évasé par le haut, servant à introduire de l'eau dans le corps de pompe au-dessous du piston ST, sans jamais pouvoir passer au-dessus.

1334. Pour entendre le jeu de cette machine, l'on sçaura qu'à l'endroit E est un robinet que l'on ouvre par intervalle pour laisser passer la vapeur de l'alambic dans la partie superieure du corps de pompe; là elle presse le piston qui refoule l'eau, laquelle ne pouvant rentrer dans le vaisseau Y, parce qu'elle est arrêtée par une soupape placée à l'endroit R, monte dans le tuyau IKO pour s'aller décharger dans le cylindre MN. *Explication du jeu de cette machine.*

Aussi-tôt que le piston est parvenu au bas du corps de pompe, l'on ferme le robinet E pour interrompre le passage de la vapeur, & l'on en ouvre un autre P, placé vers le sommet du corps de pompe, par lequel s'évacue celle qui a agi; alors le poids de l'eau dont le vaisseau Y est toujours rempli, ouvrant la soupape qui est au fond, s'introduit de nouveau dans la pompe GH, en faisant monter le piston, sans que l'eau contenue dans le tuyau KO y contribue en rien, parce qu'il y a à l'endroit K une autre soupape qui l'empêche de descendre.

Après que l'eau qui est passé dans le corps de pompe s'est mise en équilibre avec celle du vaisseau Y, on ferme le robinet P, & l'on ouvre l'autre E; alors la vapeur vient de nouveau presser le piston qui refoule, comme en premier lieu, l'eau dans le tuyau KO pour se rendre dans le cylindre MN, où elle ne peut s'introduire, sans surmonter la résistance du ressort de l'air dont elle vient occuper la place; car cet air ne pouvant s'échaper par aucun endroit, augmentera la force de son ressort dans la raison inverse de la diminution de son volume. (813)

Selon les dimensions que M. Papin a donné au cylindre MN, il contiendra 600 ℔ d'eau, par conséquent 200 ℔ sur chacun des trois pieds de sa hauteur; ainsi quand il sera rempli jusqu'à la hauteur de 2 pieds, l'air y sera réduit à n'occuper plus que le tiers de l'espace où il étoit renfermé d'abord, & aura acquis une force de ressort capable de soutenir une colonne d'eau de 64 pieds de hauteur au-dessus de sa force ordinaire; alors si l'on ouvre le robinet Q, & que l'eau vienne jaillir contre une surface; au premier instant elle fera une impression équivalente au poids d'une colonne d'eau, qui auroit pour base l'œil de la clef du robinet, & pour hauteur 64 pieds. Il est vrai qu'à mesure que l'eau sortira, elle sera chassée avec moins de vitesse, parce que la force du ressort de

l'air, s'affoiblira à proportion qu'il sera moins resserré; mais comme suivant M. Papin, il doit toujours y avoir dans le cylindre de l'eau sur la hauteur d'un pied au moins, l'on voit que l'air n'occupera jamais dans sa moindre condensation que les deux tiers de l'espace où il a coutume d'être renfermé, & que dans cet état, sa force sera encore capable de soutenir le poids d'une colonne d'eau de 16 pieds de hauteur au-dessus de celle de 32 pieds qu'il soutient ordinairement.

M. Papin prétend avoir tiré des expériences qu'il a faites, que la force de la vapeur sera capable de pousser le piston ST de bas en haut avec une force équivalente au poids d'une colonne d'eau de 96 pieds de hauteur; d'où soustrayant la résistance de l'air extérieur, égale au poids d'une colonne de 32 pieds, reste 64 pieds pour la hauteur de celle que le piston pourroit refouler; ainsi en admettant ses expériences, la force de la vapeur sera capable de contraindre l'air du cylindre MN, à n'occuper plus que le tiers de l'espace qu'il occupoit auparavant, parce que le robinet E étant ouvert, & l'autre P fermé, le piston aura refoulé l'eau dans le cylindre jusqu'aux deux tiers de sa hauteur.

M. Papin prétend encore que lorsque le niveau de l'eau dans le vaisseau Y, sera plus élevé de 8 pouces, que le robinet P, & qu'elle pourra s'introduire dans la pompe par une soupape, dont le diametre sera de 8 pouces, cette eau remplira la pompe en une seconde de tems; il ajoute aussi que quand la soupape placée à l'endroit K, aura 6 pouces de diametre, la force de la vapeur fera passer en moins d'une seconde de tems 200 ℔ d'eau dans le cylindre MN, d'où il conclut que la pompe pouvant se remplir en une seconde, & se vuider dans le même tems, l'opération ne durera pas plus de deux secondes.

Comme la plus grande condensation de l'air dans le cylindre sera capable de soutenir une colonne d'eau de 64 pieds de hauteur, & que lorsqu'il sera sorti 200 ℔ d'eau par le tuyau Q, la force de l'air sera réduite à ne pouvoir plus soutenir qu'une colonne de 16 pieds; il arrivera que sa force moyenne sera équivalente au poids d'une colonne d'eau qui auroit 40 pieds de hauteur, qui est la force sur laquelle il faut compter pour estimer celle de l'eau qui sortira par le tuyau Q, pour faire tourner la roue qui en recevra l'impression.

Il est bon d'observer que M. Papin compte que l'eau qui sort du cylindre pour faire tourner la roue, pourra être ramenée dans le vaisseau Y, de là passer dans le cylindre, pour jaillir sur la roue

comme auparavant, c'eſt-à-dire qu'elle circulera continuellement, mais il n'en donne pas le moyen.

Pour donner plus de force à la vapeur, M. Papin propoſe d'introduire dans le corps de pompe au-deſſus du piſton des fers rouges qui demeureront ſuſpendus dans un tuyau V, fermé par en bas pour empêcher que l'eau n'y entre ; ainſi il faut concevoir que ce tuyau eſt adapté à un trou pratiqué au ſommet de la pompe, fermé par un couvercle L, & que le piſton eſt percé pour pouvoir gliſſer le long de ce tuyau ; mais les ſujettions que ces fers rouges occaſionneroient pour les renouveller fort ſouvent, me paroiſſant impraticables, je ne m'y arrêterai pas, & ſuprimerai tous les avantages que M. Papin croit pouvoir en tirer. Au reſte, j'en ai aſſez dit ſur ſa machine pour qu'on puiſſe en faire le parallele avec celle de M. Savery, qui eſt le principal objet que je me ſuis propoſé. J'avois auſſi deſſein de rapporter le moulin à feu de M. Amontons pour faire voir qu'il peut être appliqué bien plus commodement aux machines que ce que propoſe M. Papin ; mais comme ce moulin ſe trouve bien expliqué dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de l'année *1699*, j'y renvois ceux qui feront curieux de le connoître, pour ne m'occuper que de ce qui me reſte à dire ſur les différens moyens de tirer l'eau des Puits fort profonds.

*Explication du Puits, par lequel on tire le charbon des Mines de Freſnes.*

1335. J'ai dit (1285) qu'à cinquante ou ſoixante toiſes du puits qui répondoit à la machine à feu exécutée à Freſnes, il y en avoit un autre ſervant à tirer le charbon de la foſſe. On jugera de cette manœuvre en conſidérant la premiere Figure de la Planche cinquiéme, qui repréſente le profil de la partie ſuperieure du puits dont nous parlons, au-deſſus duquel eſt une poulie A, portant une chaîne à laquelle eſt ſuſpendue un ſceau, dont la capacité d'environ 6 pieds cubes ſert à enlever le charbon. Des chevaux attelés aux limons B, C, d'un arbre vertical DE, font filer la chaîne ſur un tambour FG, ayant la Figure d'un cône tronqué, dont le diametre moyen eſt de 7 pieds. Quand le ſceau eſt parvenu au ſommet du puits, il fait ſonner un timbre qui avertit qu'il faut le vuider, & auſſi-tôt les chevaux s'arrêtent & ſe mettent d'eux-mêmes dans une ſituation oppoſée pour tourner d'un ſens contraire. (728)

PLAN. 5. FIG. 1.

*Les chevaux qui élevent le charbon, peuvent auſſi en même tems é-*

1336. Il y a encore un autre puits dans le voiſinage de Freſnes ſervant en même tems à tirer le charbon & à épuiſer les eaux d'une foſſe ou mine, ſéparée de la précédente : pour cela, l'eſſieu de l'arbre tournant DE eſt accompagné d'une manivelle H, qui communique ſon mouvement à un varlet KIL par le moyen de la chaſſe

*puiser les eaux de la Mine.*

FIG. 1.

HI. Ce varlet en s'inclinant à droite & à gauche fait agir les pistons de deux équipages M, N, de plusieurs pompes aspirantes, qui élevent l'eau sans interruption, en la faisant monter de cuvette en cuvette, comme dans l'article 1285. Toute la différence, c'est qu'ici le poids des attirails se trouvant en équilibre aux extrémités du levier KL, n'oppose qu'une foible résistance à la puissance qui tire d'ailleurs un grand avantage de la longueur de son bras de levier octuple du coude de la manivelle, mais aussi les pompes ne jouent que fort lentement, leurs pistons ne pouvant aspirer qu'une fois à chaque tour de manivelle.

*Autre maniere de faire mouvoir des pompes placées dans un Puits.*

PLAN. 5.

FIG. 2.

1337. La seconde figure répréfente une autre maniere de faire agir deux équipages de pompes dans le goût des précédentes, exécutés proche Valenciennes, pour épuiser les eaux d'une nouvelle mine de charbon. L'on remarquera que la chasse AB de la manivelle A, fait agir deux varlets BDE, CFG par le moyen de la piece BC, dont les extrémités jouent autour de deux boulons, & que ces varlets élevent alternativement tous les pistons de chacun des équipages opposés.

*On peut se servir de la force d'un courant pour épuiser l'eau des Mines.*

FIG. 3.

1338. Pour épuiser les eaux des mines de cuivre qui sont en Suede, & que l'on ne rencontre qu'à une profondeur extraordinaire, l'on employe en plusieurs endroits de ce Royaume la force des courans qui se trouvent quelquefois éloignés de plus d'une lieue du puits. L'on aura une idée de ce que l'on pratique dans ce cas, en considérant la troisiéme Figure, où l'on suppose qu'un courant fait tourner la roue A, à l'essieu de laquelle est une manivelle qui communique le mouvement à un varlet ECF par le moyen d'une bielle pendante CB; ce varlet qui est vertical & qui se meut sur un essieu D, tire alternativement deux chaînes EI, FK, soutenues de distance en distance par des balanciers H, portés sur des chevalets R, comme à la Machine de Marly; ces chaînes tirent à elles alternativement la tête de deux autres varlets IGN, & KML, qui font mouvoir les tiges P, Q des pistons qui répondent au puits; ainsi l'on voit qu'il ne s'agit de muliplier les chevalets & balanciers autant qu'il est nécessaire, & que l'axe de la roue peut avoir deux manivelles au lieu d'une, qui feront agir quatre équipages de pompe.

*Maniere de tirer l'eau des Puits domestiques, exécutée au Château Dares.*

1339. Pour parler aussi des machines propres à tirer de l'eau des puits domestiques, la quatriéme figure en représente une exécutée au Château *Dares*, à une lieue & demi de Dieppe, autrefois fort considérable par les citations qu'en fait Mezeray. Quoique le puits soit très-profond, on ne laisse pas à l'aide de la machine,

d'en tirer commodément une quantité suffisante d'eau pour la consommation de la Garnison qui est nombreuse en tems de guerre. Cette machine est composée d'un arbre vertical A, ayant au sommet un pignon B, sur lequel une corde fait un double tour; cette corde qui passe sur les poulies qui répondent au puits, porte un grand sceau attaché à chacune de ses extrêmités, de maniere que quand l'un monte l'autre descend.

PLAN. 5. FIG. 4.

Pour donner le mouvement au pignon, son arbre est accompagné d'un assemblage de plusieurs pieces de charpente, servant à entretenir six bras de leviers, chacun de 7 $\frac{1}{2}$ pieds de longueur: or comme le rayon du pignon autour duquel s'enroule la corde, n'a que 14 pouces; il suit que la puissance n'est que la sixiéme partie du poids; ainsi appliquant sur l'étendue d'un pied un homme à chaque levier, dont la force soit estimée de 25 ℔, ils pourront ensemble élever 13 pieds cubes d'eau; ce qui fait voir qu'au besoin, chaque sceau pourroit contenir un muid & demi d'eau.

*Autre maniere plus simple, en usage dans les Pays-bas.*

1340. La machine représentée par la sixiéme Figure, remplit le même objet que la précédente, mais d'une maniere plus simple, n'étant composée que d'un treuil accompagné de deux manivelles, c'est pourquoi je ne m'y arrête pas, & me contenterai de dire que cette maniere de tirer l'eau des puits est fort en usage dans les Pays-bas.

FIG. 6.

*Description d'une Machine pour le même usage, exécutée au Château de Guise.*

1341. Les figures 6,7 & 8 montrent encore une maniere de tirer l'eau d'un puits fort profond, exécuté au Château de Guise. Pour en juger, on sçaura que la margelle du puits élevée de 8 ou 10 pouces au-dessus du rez-de-chaussée, porte un chassis CD, sur lequel sont assemblés quatre poteaux I, dont il y en a deux posés aux endroits G, G, entretenus par le travers K, sur lequel sont deux montans L, L, portant chacun une poulie N de 9 pouces de diametre. Au milieu de l'entretoise E est une crapaudine d'un arbre tournant F, ayant un pignon H, sur lequel la corde du puits fait un tour, & de-là vient passer sur les deux poulies N, N. Enfin aux extrêmités de cette corde sont suspendus des sceaux qui montent & descendent alternativement lorsqu'on fait tourner le pignon H par le moyen du levier M attaché à son arbre.

PLAN. 5. FIG. 6. 7. & 8.

Ne voulant rien laisser à désirer sur les différens moyens de tirer l'eau des puits fort profonds, voici encore de nouveaux exemples, dont on pourra faire usage; il est vrai que ce sujet est assez ingrat, mais je sacrifie à son utilité la satisfaction que je pourrois trouver à en traiter d'autres plus susceptibles de reflexions curieuses.

*Application du Timpan pour tirer l'eau d'un Puits.*

PLAN. 4. FIG. 2. 3. 4. & 6.

1342. La sixiéme figure de la quatriéme planche, représente un puits couvert d'un chapiteau, soutenu par 8 poteaux, posés sur des *Dés* de pierre de taille, dans lesquelles ils sont un peu encastrés. Au-dessus de ce puits est un treuil servant d'essieu à un *tambour* B de 3 pieds de diametre, sur lequel une corde qui aboutit à deux grands sceaux, fait un tour: à l'une des extrémités de ce treuil est une roue creuse ou *Timpan* A de 13 pieds de diametre sur 30 pouces de largeur, afin que deux hommes y puissent marcher de front, comme on fait dans celle des grues. On a encastré dans la margelle du puits deux pieces de bois F, pour porter les *biais c* échancrés en portion de cercle, comme on le voit exprimé dans la quatriéme figure, pour recevoir l'eau des sceaux, & la porter dans des auges de pierre D, qui sont couvertes & garnies, chacune d'un robinet E.

Pour qu'un des sceaux G se vuide de lui-même, tandis que l'autre puise, chacun est suspendu par deux tourillons à une anse placée vers le milieu de sa hauteur, de maniere cependant que la partie d'en bas se trouve plus pesante que celle d'en haut, à laquelle on a attaché un demi-cercle de fer, servant à accrocher le sceau aussi-tôt qu'il est arrivé au sommet du puits; cependant comme il est difficile d'agencer le crochet, de maniere qu'il ne se perde beaucoup d'eau quand le sceau commence à s'incliner, il me paroît que le demi-cercle dont nous parlons seroit mieux placé vers son milieu qu'au sommet; on jugera de la différence de ces deux manœuvres, en considérant les figures 2 & 3, qui en expriment l'effet en grand.

La figure 5 est un château d'eau qui montre de quelle maniere l'on peut distribuer les eaux d'une Source aux différens quartiers d'une Ville; mais comme ce sujet appartient au quatriéme Chapitre, & que cette figure ne remplit point exactement son objet, je prie le Lecteur d'en faire abstraction, l'ayant donné à graver dans un tems où je n'avois pas sur la distribution des eaux au Public, toutes les connoissances que j'ai acquises depuis.

*Description de la Machine dont on se sert proche d'Angers pour épuiser l'eau des Carrieres d'Ardoises.*

1343. L'on trouve dans le Traité d'Architecture de *Savot*, la description d'une machine dont on se sert proche d'Angers pour épuiser l'eau des carrieres d'Ardoise; cet Auteur fait un grand cas de cette machine, & il dit *qu'il n'en trouve point de plus aisée ni de plus grande exécution, un cheval tirant d'un puits de 22 toises de profondeur 30 muids d'eau par heure.* Il est surprenant qu'après cet éloge il n'en ait point rapporté le dessein, se contentant d'en donner le Devis, qu'il dit avoir été dressé pour M. le Président Jeannin;

c'est sur ce Devis que j'ai tracé la figure troisiéme de la sixiéme planche, dont voici l'explication.

Cette machine est composée d'un rouet horisontal B, dont l'arbre tournant A soutient un limon C de 14 pieds de longueur; ce rouet qui a 12 pieds de diametre, a sa circonférence accompagnée de 80 dents, qui s'engrainent dans une lanterne verticale F de 7 pieds de diametre, ayant 40 fuseaux. L'essieu D de cette lanterne a 10 pouces en quarré sur 28 pieds de longueur, & sert à faire tourner une double fusée E de 3 pieds de diametre sur laquelle filent alternativement les deux cordes qui sont attachées aux sceaux H, dont la premiere figure représente la disposition, lorsqu'ils sont prêts à s'accrocher pour se vuider dans l'auge G. PLAN. 6. FIG. 3.

1344. Voici encore une machine fort commode pour tirer l'eau d'un puits, exécutée à S. Quentin dans la maison d'un particulier; elle est composée d'un treuil E, ayant dans le milieu une fusée F de 12 pouces de diametre, sur laquelle la corde qui répond aux deux sceaux G, fait un double tour. Ce treuil est accompagné d'une roue dentée D de 3 pieds de diametre, qui s'engraine avec une lanterne C d'un pied, dont l'essieu porte une volée B pour entretenir l'uniformité du mouvement que la puissance communique à une manivelle A de 12 pouces de coude. *Machine pour tirer l'eau d'un Puits, exécutée à S. Quentin.* PLAN. 6. FIG. 4.

Suivant ces dimensions, trois tours de la manivelle en feront faire un à l'essieu, & le sceau montera d'un pied. Quant au rapport de la puissance au poids, l'on voit qu'il est comme 1 à 6; ainsi un homme peut aisément élever deux pieds cubes d'eau. L'on n'a point marqué dans la figure les pieces qui soutiennent cette machine, parce qu'il suffisoit d'en faire voir le mécanisme, & qu'il est aisé de les imaginer.

1345. La seconde figure représente une maniere de tirer l'eau des puits, fort en usage en Espagne pour arroser les jardins. Il faut être prévenu qu'en ce Royaume les puits des jardins qui n'ont qu'environ 36 pieds de profondeur, sont de figures elliptique, le grand axe ayant 12 pieds & le petit 4; qu'il y a une terrasse circulaire de 7 à 8 toises de diametre sur 4 à 5 pieds de hauteur au-dessus du rez-de-chaussée, revêtue de maçonnerie. *De quelle maniere l'on tire en Espagne l'eau des Puits pour arroser les jardins.*

Au centre de cette terrasse est un arbre tournant C, servant d'essieu à un rouet horisontal A de 12 pieds de diametre, accompagné de 55 chevilles, tenans lieu de dents, qui s'engrainent avec celles d'un second rouet vertical B, ayant 10 pieds de diametre, placé dans le puits E; les chevilles de ce dernier ont 24 pouces de longueur, & saillent des deux côtés des jantes, de 7 pouces d'une PLAN. 6. FIG. 2.

part pour recevoir l'impreſſion du rouet horiſontal, & de 13 de l'autre pour porter un chapelet avec lequel on puiſe l'eau; ce chapelet qui trempe d'environ 3 pieds dans le puits, eſt compoſé de deux groſſes cordes faites ordinairement avec du jonc du pays, éloignées de 3 pouces l'une de l'autre ſur leſquelles ſont attachés par les deux bouts des pots de terre faits exprès, ou des petits barillets de bois d'un pied de hauteur ſur 5 pouces de diametre, éloignés de 6 pouces les uns des autres, qui ſe vuident dans un bac D, d'où l'eau ſe décharge par une gargouille K pour couler dans un canal L au reſervoir de diſtribution, placé au pied de la terraſſe.

Pour faire mouvoir la machine, il y a deux perches FG, HI, chacune de 18 pieds de longueur, attachées au ſommet de l'arbre tournant, dont l'une ſert pour y atteler un cheval, & l'autre pour le guider.

*Deſcription d'un Moulin à chapelet pour tirer l'eau des Puits.* FIG. 6.

1346. La ſixiéme figure repréſente une machine dans le goût de la précédente, mais beaucoup plus commode; elle eſt compoſée d'une manivelle A de 12 pieds de coude, accompagnée d'une volée B, & d'une lanterne C de 6 pouces de diametre, qui s'engraine avec les dents d'une roue verticale D, dont le diametre eſt de 4 pieds, ſur le plan de laquelle ſont placées des chevilles, formant une fuſée qui porte un chapelet, dont les barillets F ſe vuident dans une auge E. Comme le deſſein en repréſente aſſez naturellement la diſpoſition des parties, je ne m'y arrêterai pas davantage.

*Deſcription d'une Machine mûe par un poids pour élever l'eau avec un chapelet.* PLAN. 6. FIG. 5.

1347. M. Morel de qui je tiens la machine précédente, en a imaginé une autre, pour élever l'eau avec le ſecours d'un poids, que l'on voit exprimée par la figure cinquiéme; il ſuppoſe en premier lieu que le poids A qui peſe 800 ℔, peut monter juſqu'à la poulie fixe M qui le ſoutient, & qu'il eſt accompagné d'une poulie du retour, qui fait que l'action de ſa peſanteur ne doit plus être compté que de 400 ℔, étant appliqué à un treuil B d'un pied de diametre, autour duquel doit filer la corde.

Il ſuppoſe en ſecond lieu que ce treuil eſt accompagné de deux roues dentées C, I, chacune de 24 pouces de diametre, dont la premiere s'engraine avec une lanterne D auſſi de 24 pouces, & que l'eſſieu de cette lanterne eſt commun à une fuſée F de 3 pieds de diametre, ſervant à porter un chapelet qui ſe décharge dans l'auge P.

Pour monter le poids, M. Morel ſe ſert d'une manivelle F d'un pied de coude, accompagnée d'une volée G & d'une lanterne H de 3 pouces de diametre, qui s'engraine avec la roue I : or comme

me entre la puiſſance & le poids, il y a quatre bras de levier qui ſont, le coude de la manivelle de 12 pouces, le rayon de la lanterne H de $\frac{1}{2}$, celui de la roue I de 12, & celui du treuil B de 6, on voit que le poids ſera à la puiſſance (74), comme 16 eſt à 1; que par conſéquent l'action du poids étant réduite à 400 ℔, la puiſſance ne ſera que de 25 ℔, qui eſt la force qu'employera un homme appliqué à la manivelle pour relever le poids.

Il eſt bon de remarquer que tandis que la puiſſance fait tourner la manivelle F, & le treuil B, le chapelet reſte immobile, parce que la roue C, qui eſt accompagnée d'un reſſort comme aux tourne-broches, eſt ſeparée du treuil.

Pour eſtimer la quantité d'eau que les barillets N peuvent contenir depuis la ſource juſqu'au ſommet de la fuſée, il faut conſiderer qu'entre l'action du poids appliqué au treuil & le chapelet, il y a quatre bras de levier; le rayon de la fuſée de 18 pouces, celui de la lanterne D de 12, celui de la roue C, auſſi de 12, & celui du treuil B de 6: d'où l'on tire que le poids de 400 ℔ eſt à celui de l'eau que le chapelet contiendra dans l'état d'équilibre, comme 4 eſt à 1; ainſi les barillets en montant pourront contenir enſemble 100 ℔ d'eau, qu'il faudra réduire à 90 ℔ pour rompre l'équilibre. Quant au produit de ce chapelet, il dépendra de la hauteur où il faudra élever l'eau, en conſidérant que la roue C & la lanterne D ayant le même diametre, la viteſſe du treuil B ſera à celle de la fuſée F, comme le rayon du premier eſt au rayon du ſecond, ou comme 1 eſt à 3; par conſéquent lorſque la corde ſe déroulera ſur la longueur d'un pied, le chapelet en ſera trois de chemin.

J'ajouterai que pour entretenir l'uniformité du mouvement, la roue C s'engraine encore avec une lanterne K dont l'eſſieu eſt accompagné d'une petite volée L: au reſte, je ne rapporte cette machine & les précédentes que pour fournir des idées à ceux qui ſe trouveront dans le cas d'en faire conſtruire pour le même objet, c'eſt pourquoi je les ai traité ſuccintement, n'étant point ſuſceptibles d'une théorie fort intéreſſante.

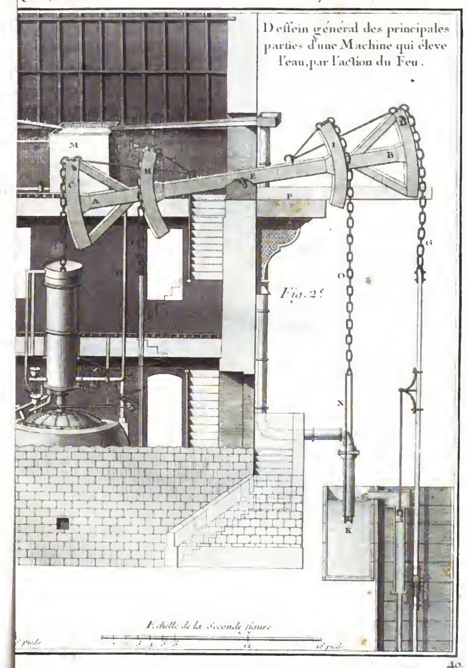
*De quelle maniere l'on peut ſe ſervir des pompes aſpirantes & refoulantes pour élever l'eau d'un puits beaucoup au-*

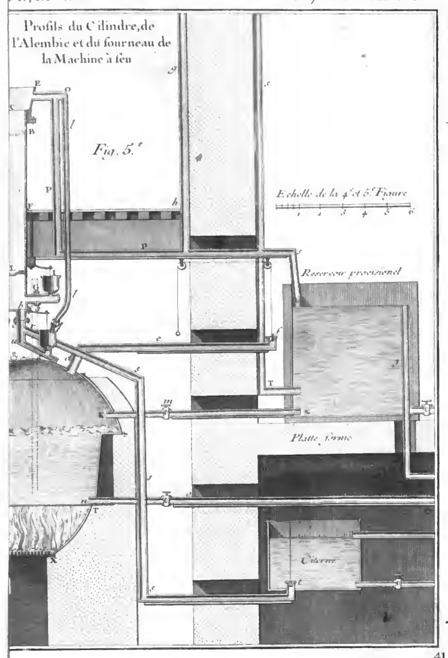
1348. Si l'on vouloit tirer l'eau d'un puits pour l'élever beaucoup au-deſſus du rez-de-chauſſée, l'on pourra la faire monter d'abord par aſpiration juſqu'à une certaine hauteur, & la refouler enſuite auſſi haut que l'on voudra par le moyen des pompes, dont les piſtons répondront à une manivelle attachée à l'eſſieu d'une lanterne, qui s'engrainera avec un rouet horiſontal mû par des chevaux, comme on fait à l'Hôtel Royal des Invalides, ou par des hommes appliqués à une manivelle ſimple, qui feront tour-

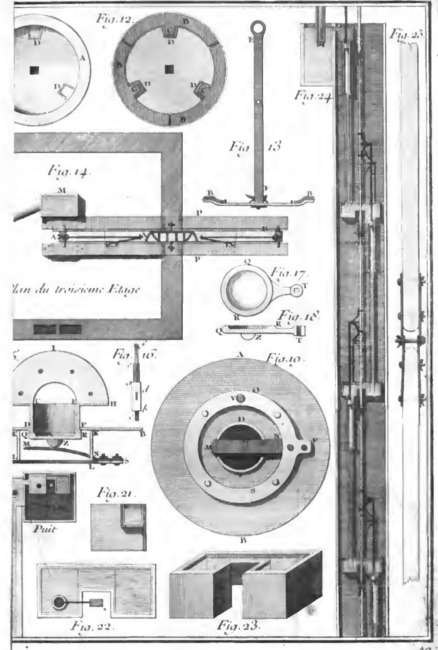
*dessus du rez-de-chaussée.* ner celle des pistons, à l'aide d'une roue & d'une lanterne de fer; ce qui sera aisé à exécuter après tout ce que l'on a vû dans le cours de cet Ouvrage, sur la maniere de communiquer le mouvement aux pompes, c'est pourquoi je n'en donne point d'exemple, & finis par ce Chapitre ce que je m'étois proposé de dire sur les machines en général.

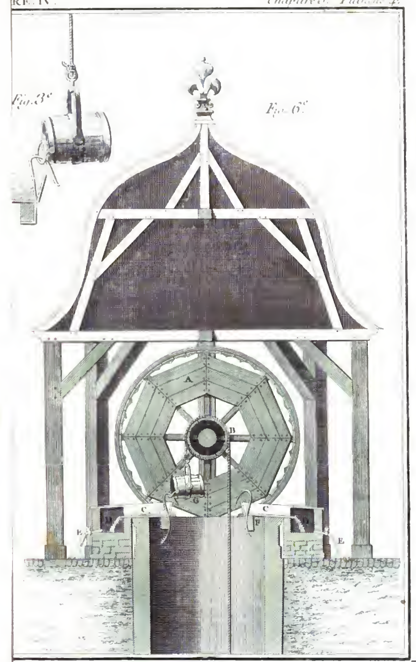
Il me reste à expliquer l'origine des Fontaines, la maniere d'en découvrir les sources, & d'en conduire les eaux, soit par des Tranchées, Aqueducs ou tuyaux de différentes especes; les qualités & fabriques de ces tuyaux; l'emplacement le plus convenable des Regards, Robinets, Ventouses, Reservoirs, Châteaux d'eau & Fontaines publiques: c'est ce que l'on trouvera dans le Chapitre suivant, où je ferai ensorte de ne rien oublier de tout ce qu'il faut sçavoir pour diriger & distribuer judicieusement les eaux dans les grandes Villes; ce que je me propose de traiter avec d'autant plus de soin, que personne n'ayant encore écrit sur un sujet aussi utile, ceux qui sont chargés de la direction des eaux ne sçavent où puiser les connoissances qui leur sont nécessaires.

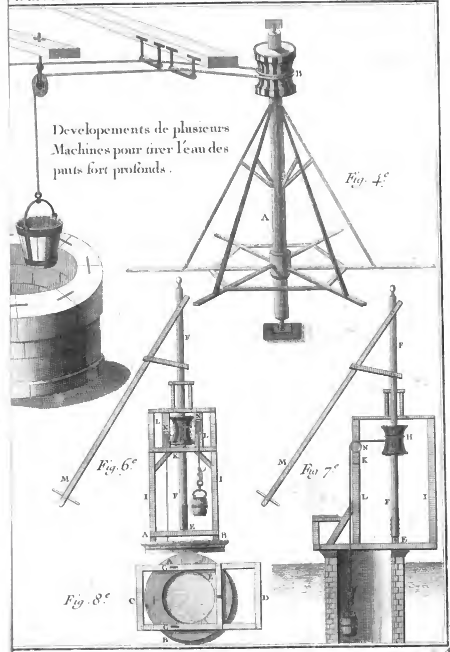


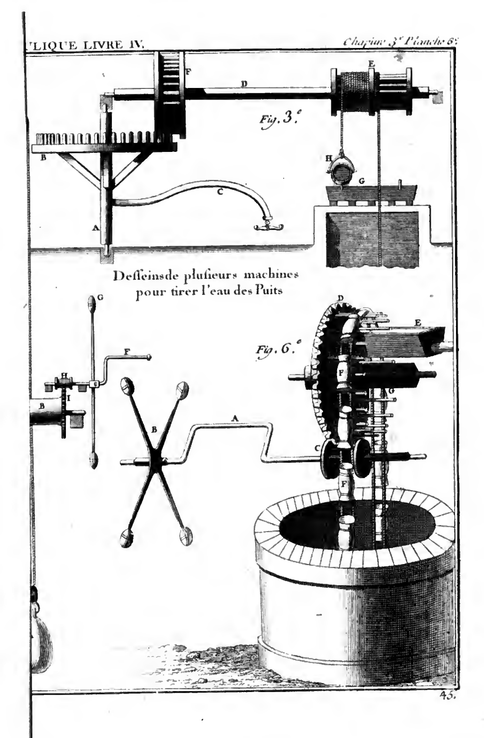

Deffein général des principales parties d'une Machine qui éleve l'eau, par l'action du Feu.
M
C
A
H
E
I
B
P
O
G
N
K
Fig. 2.e
Echelle de la Seconde figure
12
18 pieds


Profils du Cilindre, de l'Alembic et du fourneau de la Machine à feu
Fig. 5.e
Echelle de la 4.e et 5.e Figure
Reservoir provisionel
Platte forme
Citerne


Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 14.
Fig. 24.
Fig. 25.
Plan du troisieme Etage
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 16.
Fig. 10.
Puit
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.


Fig. 3e
Fig. 6e
A
B
G
C
C
M
D
E
E
F


Developements de plusieurs
Machines pour tirer l'eau des
puits fort profonds.
Fig. 4.e
Fig. 6.e
Fig. 7.e
Fig. 8.e


F
D
E
Fig. 3.e
B
H
G
C
A
Desseinsde plusieurs machines
pour tirer l'eau des Puits
G
D
E
F
Fig. 6.e
H
I
B
F
G
B
A
C
F



# CHAPITRE IV.

## *De la Recherche, Conduite & Distribution des Eaux.*

*Opinions des Philosophes sur l'origine des Fontaines.*

1349. LA plûpart des Philosophes anciens & modernes ont attribué à diverses causes l'origine des Fontaines; les uns ont crû que l'eau de la Mer couloit dans des canaux souterrains vers les différen sendroits où l'on voit des sources, & qu'elle déposoit en filtrant dans le sein de la terre le sel dont elle est chargée; sans considérer que si cela étoit, les Fontaines seroient toujours dans le même état, puisque la mer leur fourniroit en tout tems une égale quantité d'eau; ce qui n'arrive pas, presque toutes étant sujettes à augmenter & à diminuer.

D'autres ont crû qu'il s'élevoit des vapeurs du centre de la terre qui rencontrant vers sa surface des grandes cavités en forme de voûtes, s'y attachoient comme au chapiteau d'un alambic, & couloient ensuite vers le bas pour former des fontaines; mais peut-on croire qu'il y ait un assez grand nombre de pareilles cavernes, car il en faudroit à peu près autant que de fontaines; & quand même on voudroit les admettre, il paroît que les vapeurs réduites en gouttes d'eau, devroient retomber perpendiculairemenr vers l'endroit d'où elles sont parties, ou bien il faudroit nécessairement qu'il y eut au-dessous de ces voûtes un lit continu de terre glaise ou de pierres pour recevoir ces gouttes; & en ce cas, comment les vapeurs auroient-elles pû pénétrer un pareil lit?

Quelques autres, en suivant une opinion à peu près semblable, ont soutenu que l'eau de la mer se rendoit dans des abîmes, que là un feu central la faisoit bouillir & la réduisoit en vapeur, qui s'élevant vers la surface de la terre, étoit condensée par le froid & réduite en eau, qui couloit ensuite dans plusieurs canaux souterreins; à quoi l'on peut encore objecter que si cette opinion avoit quelque vrai-semblance, les fontaines ne diminueroient point dans les tems de sécheresse, & les pluyes n'auroient aucune part à leurs accroissemens.

*La cause des Fontaines est attribuée avec beaucoup de vrai-semblance aux*

1350. Sans nous arrêter davantage aux différentes opinions qui ont été écrites sur ce sujet, il suffit de dire que le plus grand nombre des Sçavans conviennent aujourd'hui, qu'une partie de l'eau des pluyes en tombant sur la terre, forme les torrens, grossit les rivieres, & que l'autre partie abreuve, pénétre sa surface jusqu'à

*eaux de pluye, & à la fonte des neiges.*

la rencontre des lits continus de glaise ou de pierres qui l'arrêtent; qu'ensuite elle force vers l'endroit le plus bas pour se faire un passage, & forme une fontaine, qui est plus ou moins abondante, suivant l'étendue du terrein qui lui fournit l'eau; ce qui est cause qu'il s'en rencontre ordinairement au pied des grandes montagnes.

L'eau des pluyes & la fonte des neiges fourniroient donc celles des fontaines; & pour le prouver, on s'appuye sur l'expérience, qui montre qu'elles grossissent après les pluyes abondantes, diminuent sensiblement, & tarissent quelquefois quand il est un tems considérable sans pleuvoir; d'ailleurs on sçait que dans les Pays chauds on voit peu de fontaines, au lieu que dans les Alpes & les Pirenées où il pleut & neige très-souvent, on en rencontre à chaque pas.

*Remarques de M. Mariotte pour confirmer cette opinion.*

1351. Les fontaines fournissant l'eau des courans, M. Mariotte donne un calcul pour prouver que celle des pluyes qui tombent pendant un an aux environs de la Seine & des autres rivieres qu'elle reçoit depuis sa source jusqu'à Paris, est plus que suffisante pour la quantité d'eau qui passe sous le Pont Royal; mais sans entrer dans ce détail, on sçait par les remarques que l'on fait continuellement à l'Observatoire Royal de Paris, que 4 toises quarrées d'ouverture, mesurée de niveau, reçoivent communément une toise cube d'eau pendant le cours d'une année. Ainsi supposant la lieue ordinaire de 2400 toises, la lieue quarrée aura 5760000 toises quarrées, qui étant divisées par 4, donnent 1440000 toises cubes d'eau pour la quantité que les pluyes répandent sur une lieue quarrée. Que si l'on suppose que de cette même quantité les deux tiers se réduisent en vapeur, après avoir abreuvé la terre, le tiers qui reste sera plus que suffisant pour entretenir l'eau des fontaines qui pourront se rencontrer dans l'étendue de cette lieue.

*Expérience de M. le Maréchal de Vauban sur ce sujet.*

1352. Le raisonnement de M. Mariotte semble être confirmé par une expérience de M. le Maréchal de Vauban, qui a fait rapporter sur une Place de grande étendue, dont le terrein étoit ferme & difficile à pénétrer, un lit de terre de 5 ou 6 pieds de hauteur, au bas duquel il s'est formé à la longue une fontaine par la seule filtration des eaux de pluye. Au reste, quoique je panche beaucoup pour cette derniere opinion, je ne prétends point soutenir qu'elle soit l'unique cause de l'origine des fontaines, ne voulant point m'engager dans une dissertation qui appartient plûtôt à la Physique qu'à mon sujet.

*Dans quel tems il faut faire la recherche des*

1353. Le tems le plus propre pour faire la recherche des eaux souterraines, est dans les mois d'Août, Septembre & Octobre, parce que si l'on en trouve alors, on est sûr d'en avoir dans les au-

tres saisons; d'ailleurs la terre étant seche, ses pores sont plus ouverts, & laissent un libre passage aux exhalaisons qui indiquent des veines d'eau.

*eaux souterraines, & la maniere de découvrir les sources.*

C'est principalement le long du pied des montagnes qui regardent le Septentrion qu'il faut chercher les sources, & on peut esperer d'en trouver aussi le long de celles qui sont exposées aux vents humides, tels que sont en France ceux qui viennent de l'Occident; sur quoi il est bon de remarquer que les montagnes fort escarpées, fournissent moins d'eau que les autres; & qu'au contraire celles qui ont une pente douce & qui sont couvertes de verdure, renferment d'ordinaire quantité de rameaux dont les eaux sont abondantes, froides & saines, parce que les pluyes & la fonte des neiges y en font un grand amas qui se conservent & se filtrent.

Pour découvrir les eaux souterraines, il faut avant le Soleil levé, se coucher sur le ventre, en sorte que la vûe s'étende sur l'horison; si l'on voit une colonne de vapeur s'élever en ondoyant dans un endroit où il n'y a point d'humidité causée par des eaux sauvages, c'est une marque qu'en fouillant on y trouvera de l'eau; & l'on pourra avoir le même sentiment, si l'on aperçoit des tourbillons ou nuées de petits Moucherons voler près de la terre toujours à la même place.

L'on peut encore, dans les endroits où l'on soupçonne y avoir de l'eau, creuser un petit puits de 3 pieds de diametre sur 5 ou 6 de profondeur, poser au fond un chaudron renversé, dont l'intérieur soit frotté d'huile, ensuite fermer l'entrée de ce puits de quelques planches couvertes de terre; si le lendemain on trouve des gouttes d'eau attachées au-dedans du chaudron, c'est une marque indubitable que ce lieu comprend des veines d'eau, & pour plus d'assurance, l'on peut mettre sous le chaudron quelques poignées de laine, afin de voir si en la pressant il en sort beaucoup d'eau.

On se sert quelquefois d'une éguille de bois, composée de deux pieces, dont l'une doit être poreuse & facile à s'imbiber, comme l'aulne, qu'on place le matin en équilibre sur un pivot ou essieu au-dessus de l'endroit où l'on conjecture qu'il y a de l'eau; alors, s'il s'en trouve effectivement, les vapeurs pénétreront le bout de l'éguille, & la feront incliner vers la terre.

Enfin les signes les plus simples qui indiquent les veines d'eau, sont les Joncs, les Roseaux, le Baume sauvage, l'Argentine, le Lierre terrestre & les autres herbes aquatiques qui croissent dans certains endroits, sans que les eaux sauvages les nourrissent.

1354. Voici l'occasion de désabuser les admirateurs du mer- *Discours*





*sur la baguette divinatoire.* veilleux des prétendues vertus d'une certaine verge fourchue, de bois de coudrier, nommée communément *Baguette divinatoire*, avec laquelle ils prétendent que l'on peut découvrir, non-seulement les sources, mais encore l'or, l'argent & les autres métaux cachés dans le sein de la terre, & même le chemin qu'aura tenu un meurtrier ou un voleur, & le distinguer en quelqu'endroit qu'il soit, sans avoir d'autres connoissances que celle qu'on tirera des signes que donnera la baguette, qui n'a cette vertu qu'entre les mains des imposteurs ou des gens disposés à tout croire.

Plusieurs Auteurs anciens ont parlé de cette baguette comme d'une merveille, entre-autres Neuhusius, Varron, Agricola, Ciceron, &c. & il y a apparence qu'on a puisé dans leurs écrits les idées chimériques qu'on a eu depuis sur ce sujet. Il n'est pas surprenant que dans le tems du Paganisme où l'on croyoit des choses bien plus ridicules, on ait pû ajouter foi à tout ce qu'on publioit de la baguette : mais dans un siécle aussi éclairé que le nôtre, peut-on excuser des Auteurs graves, tels que les Reverends Peres Schott, Dechalles, Kircher, l'Abbé de Vallemont & tant d'autres, d'en avoir parlé comme d'un fait dont on ne pouvoit raisonnablement douter ?

*Jacques Aimar a beaucoup contribué à donner du crédit à la baguette.* 1355. Ce qui a beaucoup contribué à augmenter de nos jours le nombre des partisans de la baguette, ce sont les prodiges que l'on dit qu'elle a opérée entre les mains d'un certain Paysan de *S. Verran* près de *Saint Marcellin* en Dauphiné, nommé *Jacques Aimar*, qui s'est rendu à Paris en *1693*, où il a fait beaucoup de bruit, ayant eu l'art de persuader à un très-grand nombre de personnes, & même de la premiere considération, qu'il avoit la vertu, moyennant la baguette, prise indifféremment de toutes sortes de bois, de découvrir les sources, les trésors cachés, les voleurs & les assassins. Qu'un jour ayant été la baguette à la main pour chercher de l'eau dans son voisinage, elle s'étoit inclinée subitement en un certain endroit, où ayant fait fouiller, il trouva au lieu d'eau une femme qu'on avoit étranglée ; ce qui lui fit présumer, que puisque sa baguette tournoit sur les cadavres de ceux qui avoient été assassinés, elle pourroit bien donner quelques signes lorsqu'elle seroit auprès de l'assassin, & il disoit que l'évenement avoit confirmé son opinion ; qu'ayant suivi le meurtrier à la piste durant plus de 45 lieues sans d'autres guides que la baguette, il l'atteignit enfin à Lyon, & reconnut que c'étoit le mari de cette femme. Que depuis ce tems-là il avoit découvert plusieurs autres meurtriers qu'il sçavoit distinguer d'avec les innocens, parce que la baguette tour-

noit sur les criminels, en mettant son pied sur l'un des leurs.

On peut bien juger qu'un trait aussi fameux fit beaucoup d'éclat, sans que personne se mit en peine d'aprofondir la vérité du fait, qui paroît pourtant bien simple. Jacques Aimar pouvoit avoir quelque soupçon du meurtre, chercher & découvrir naturellement l'endroit où cette femme avoit été enterrée, soupçonner le mari, plûtôt qu'un autre, parce qu'il s'étoit évadé, le suivre sur des indices dont il se sera instruit en chemin, le rencontrer au bout de 45 lieues, & tout cela sans avoir recours au prodige. Or, comme c'est sur l'autorité du digne personnage dont nous parlons, que se fondent aujourd'hui ceux qui préconisent les vertus de la baguette, l'on sçaura à quoi s'en tenir quand on sera prévenu du fait suivant.

*Jacques Aimar est pris pour dupe par MM. de l'Académie Royale des Sciences, qui le convainquent de son imposture.*

1356. M. Colbert ayant appris les merveilles que Jacques Aimar publioit, voulut que l'Académie des Sciences vît cet homme, & chargea M. l'Abbé Gallois de le produire; l'ayant mené dans la cour de la Bibliothéque du Roy, où l'Académie tenoit alors ses séances, M. l'Abbé Gallois montra à Jacques Aimar, en présence de l'Assemblée qui étoit aux fenêtres, une bourse pleine de louis d'or que M. Colbert lui avoit remis, lui dit qu'il alloit entrer dans le jardin pour la cacher, & qu'on verroit ensuite s'il la découvriroit. Après avoir remué en quelqu'endroit la terre, il vint rejoindre l'Assemblée, & dit à Jacques Aimar qu'il pouvoit aller chercher dans la platte-bande qui venoit d'être labourée, le fit entrer dans le jardin, où il l'enferma. Quelque tems après on fit ouvrir la grille; ensuite Jacques Aimar vint se plaindre de ce qu'on l'avoit laissé enfermé si long-tems, & dit à l'Assemblée que la bourse étoit au pied du mur, du côté du Cadran. Alors M. l'Abbé Gallois, qui au lieu d'avoir enterré cette bourse, l'avoit adroitement donné à garder à un de ses amis; avant même que d'entrer dans le jardin, afin d'ôter tout prétexte, la reprit & la montra à Jacques Aimar pour le convaincre de son imposture; ce Charlatan voyant à quelles gens il avoit affaire, se retira pour ne point essuyer de plus grands éclaircissemens, & toute l'Assemblée loua M. Gallois de l'avoir débarassé de cet homme, qui est retourné dans son pays immédiatement après cette avanture.

*Vertu singuliere qu'on prétend qu'a eu la baguette entre les mains d'une fille de Grenoble.*

1357. Quand on est une fois épris du merveilleux, ce n'est jamais à demi, & il n'y a point d'impertinence qu'on ne soit disposé à croire; ce n'étoit point assez d'avoir donné à la baguette les magnifiques vertus dont nous venons de faire mention, on a crû qu'il lui en manquoit encore une, & on lui a donné. L'on prétend qu'on peut, avec son secours, distinguer les ossemens des Saints canoni-

fés, d'avec ceux qui ne le font pas, & que c'est ainsi que la fille d'un nommé Martin, Marchand de Grenoble, a découvert des Reliques.

*Maniere de tenir la baguette pour la faire tourner à souhait, en quelqu'endroit que ce soit.*

1358. Sans nous mettre en peine de la constellation sous laquelle il faut être né, pour se servir heureusement de la baguette divine, je crois qu'il n'y a personne qui ne puisse en jouer aussi-bien que Jacques Aimar, lorsqu'on s'y prendra de la maniere suivante, que j'ai crû devoir accompagner des principales cérémonies prescrites par les Auteurs, qui ont bien voulu employer leurs veilles à nous donner des instructions sur un sujet aussi intéressant.

Il faut choisir une fourche de Coudrier franc & rouge, le couper d'un seul coup de tranchant environ le 22 Juin, lorsque le Soleil entre dans le signe du Cancer, & s'il se peut, choisir le tems de la pleine Lune, & bien mieux encore un mercredy à l'heure planetaire de Mercure. Il faut, pour bien faire, que les deux branches de la fourche ayent trois ou quatre lignes de diametre, réduite à 18 ou 20 pouces de longueur, & que la tige en ait 22 ou 23, ensorte que les trois parties de la baguette composent un Y; & pour en faire usage, empoigner les deux branches, de maniere que le dedans des mains regarde le Ciel, & les élever à la hauteur des épaules, observant de *maintenir la tige paralelle à l'horison*. Ensuite l'on marche d'un pas grave & modestement vers le lieu où la baguette doit rendre ses oracles; c'est ainsi que Jacques Aimar la tenoit quand il alloit, disoit-il, faire quelques découvertes. Ce qu'il y a de vrai, c'est qu'aussi-tôt qu'on l'aura mise dans cette situation, l'on sentira qu'elle fera effort pour s'incliner, & qu'on sera obligé d'employer toute sa force pour la maintenir horisontale, & peut-être n'y parviendra-t'on pas; car aussi-tôt qu'elle sort de cette direction, elle suit la détermination qu'elle a prise, soit vers le ciel ou vers la terre, jusqu'à l'instant où elle a atteint la verticale. C'est un fait que je ne conteste pas: mais il est essentiel de remarquer que comme ce mouvement peut être causé par l'extension des fibres du bois, elle tourne indifféremment dans tous les lieux où se trouve placé celui qui la tient, quoique l'on soit bien sûr qu'il n'y a dans les environs ni sources, ni trésors cachés. Or, comme c'est principalement de la maniere de la tenir que dépend sa vertu de tourner ou de ne tourner pas, il arrive que lorsque ceux qui prétendent être en possession de cette merveille apperçoivent dans la campagne des signes purement naturels, qui accompagnent les endroits où il y a ordinairement de l'eau, ils cheminent de ce côté là, & à mesure qu'ils avancent, serrent plus étroitement

tement les branches, alors la baguette s'incline, & ils annoncent avec confiance qu'on n'a qu'à creuser & qu'on trouvera de l'eau, ce que tout autre auroit pû deviner de même.

*Explication Physique des vertus de la baguette, par le Pere Regnault, Jésuite.*

1359. Si l'on voit que la baguette joue entre les mains de certaines gens, & non pas entre celles des autres, un peu d'exercice de la part de ces derniers les mettra bien-tôt au pair, sur-tout s'ils ont soin d'essayer différentes baguettes pour en rencontrer une dont la grosseur convienne à leurs mains & à leur degré de chaleur, afin que la séve puisse travailler dans les fibres. Ils pourront même se servir de tout autre bois que celui de coudrier, & parvenir à faire tourner la baguette au grenier comme à la cave, sans qu'il soit nécessaire « que les particules aqueuses & les vapeurs » qui s'exhalent de la terre s'insinuent dans la tige de la branche » fourchue pour en chasser l'air, ou la matiere du milieu, *qui selon* » *le Pere Regnault, dans ses Entretiens Physiques*, revient sur la tige, » lui donne la direction des vapeurs & la fait pencher vers la terre » pour vous avertir qu'il y a sous vos pieds une source d'eau vive, » par la raison, dit-il, qu'ordinairement les branches des arbres qui » sont le long des rivieres ou sur le bord des fontaines, penchent » vers l'eau, parce qu'elle leur envoye des particules aqueuses » qui chassent l'air, pénétrent les branches, les chargent, les affaissent, joignant leur pesanteur au poids de l'air superieur, & les » rendent enfin, autant qu'il se peut, paralelles aux petites colonnes » de vapeur qui s'élevent de la surface de l'eau; ainsi les vapeurs » qui s'insinuent dans les plantes avec tant de facilité, pénétrent la » baguette & la font pencher. Que si cette baguette n'a pas le même effet entre les mains de tout le monde, cela vient de ce » qu'une transpiration de corpuscules abondantes, grossieres, sorties des mains & du corps, & poussées rapidement, peut rompre, écarter le volume ou la colonne des vapeurs qui s'élevent de » la source, ou tellement boucher les pores & les fibres de la baguette qu'elle soit inaccessible aux vapeurs, & sans l'action des » vapeurs, la baguette ne dira rien.

*Histoire d'une dent d'or qui a fait beaucoup de bruit en Allemagne pendant plusieurs années, & qu'on peut mettre au nombre des merveilles que l'on débite sur la baguette.*

1360. Pour ne point m'arrêter davantage sur un sujet aussi frivole, l'on peut conclure qu'il en est de la baguette comme de cette fameuse dent d'or, qui a tant fait de bruit en Allemagne. Sur la fin du seiziéme siécle, un homme de Silésie voulant profiter de la crédulité populaire, annonça un fils âgé de sept ans, que la Nature avoit gratifiée d'une dent d'or; aussi-tôt on vint de toutes parts voir cette merveille, & plusieurs Sçavans * crurent qu'un phénomene aussi extraordinaire méritoit bien d'être expliqué par

* Dans les années 1693, 1694

des differtations Phyfiques. La différence des opinions fit naître de grandes difputes felon la coutume, & les écrits étoient déja fort multipliés, lorfqu'un Orfévre, fans fe mettre en peine du fentiment des Philofophes, voulant en juger par lui-même, découvrit que la dent fi vantée ne différoit des autres que par une feuille d'or artiftement appliquée. Il femble qu'on auroit dû d'abord fçavoir à quoi s'en tenir; mais point du tout, on commence par faire des Livres, & on fe garde bien de foupçonner la vérité du fait. Que d'opinions reçûes par la multitude fe trouveroient dans le cas de la dent d'or, fi elles étoient approfondies!

& 1695, les Docteurs Hoiftius, Rullandus, Ingolfteturus, Libavius, ont écrit l'hiftoire de cette dent, & le premier dit, qu'elle avoit été envoyée de Dieu pour la confolation des Chrétiens affligés alors par les Turcs.

1361. L'amour que j'ai toujours fenti pour la vérité m'a fait défirer depuis long-tems que quelque bonne plume prit la peine de nous donner une hiftoire des préjugés vulguaires qui en fit voir l'origine, les progrès & les égaremens où ils ont jettés les hommes chez toutes les Nations. Cet ouvrage pourroit être rendu fort amufant, étant fufceptible de tous les agrémens de cet heureux ftile, avec lequel l'on eft sûr d'inftruire & de plaire. Après cette digreffion, qui m'a conduit plus loin que je me l'étois propofé, je reviens à mon fujet, & vais rapporter les fignes par lefquels on peut juger des bonnes & mauvaifes qualités de l'eau.

*Il feroit à fouhaiter qu'on écrivit l'Hiftoire des préjugés vulguaires, pour faire revenir le Public des erreurs que caufe l'amour du merveilleux.*

1362. La meilleure maniere de connoître la bonne qualité de l'eau, fuivant Vitruve & M. Perault fon Commentateur, eft de voir fi les perfonnes qui en boivent ordinairement font robuftes, de bonne couleur, exemptes de fluxions fur les yeux & de maux de jambes. L'on voit en plufieurs Provinces de France & de Savoye, fur tout dans la vallée de Morienne, des Villages entiers, dont les habitans font incommodés de *gouêtre*, qui eft une groffeur qui leur vient au col, & qu'ils portent jufqu'au tombeau; quelques-uns en ont depuis le menton jufqu'à la poitrine, ce qui les rend extrêmement difformes, & il y en a qui ont la voix fi enrouée, qu'on a bien de la peine à les entendre; la commune opinion, qui eft auffi celle de Vitruve, eft que cette incommodité eft caufée par la mauvaife qualité des eaux.

*Plufieurs manieres de connoître les bonnes & mauvaifes qualités de l'eau.*

Pour connoître la bonté d'une fontaine nouvellement découverte, Vitruve affure que fi l'on verfe des gouttes de fon eau fur de bon cuivre & qu'elle n'y faffe point de tache, c'eft une marque qu'elle eft bonne à boire, ou bien, fi en la faifant bouillir, les légumes y cuifent promptement.

M. Perault dans fes notes, dit auffi que la légereté de l'eau doit être confidérée comme la marque la plus certaine de fa bonté; mais la difficulté eft d'en pouvoir juger par la petite différence

qui se rencontre dans la pesanteur de plusieurs eaux de même volume. Il ajoute qu'après plusieurs expériences, on n'en a pas trouvé qui réussissent mieux que la dissolution du savon, parce que celles qui le détrempent aisément & qui deviennent blanches comme du lait, sont plus légeres & meilleures que celles dans lesquelles il ne peut se dissoudre qu'en particules blanches qui nagent dedans.

Les sources qui sortent du fond des vallées sont ordinairement pesantes, sallées, tiédes & peu agréables, à moins qu'elles ne viennent des montagnes : celles que l'on trouve dans la craye ne sont pas non plus de bon goût : celles qui sortent du sable mouvant sont ordinairement bourbeuses & désagréables ; au contraire, celles qui sortent du sable mâle, du gravier & de la pierre rouge, sont abondantes & de fort bonne qualité.

1363. Quand on veut avoir beaucoup d'eau, l'on creuse dans le terrein où l'on soupçonne qu'il y en a, des puisards éloignés les uns des autres de 25 ou 30 pas, on les joints par des tranchées qui reçoivent les transpirations de l'eau & la conduisent vers le lieu où l'on veut qu'elles se rendent. Avant que de commencer ce travail, l'on fait un nivellement, afin de profiter de la pente que le terrein pourra présenter naturellement, ou pour en donner une au fond de la tranchée, observant autant que cela se peut, de côtoyer les montagnes, parce que les eaux qui en proviennent sont abondantes & saines ; mais il faut bien prendre garde en approfondissant, de percer les lits de tuffe ou de glaise qui retiennent l'eau, autrement on pourroit la perdre. Il y a beaucoup de précautions à prendre pour ne point faire d'ouvrages inutiles que je passe sous silence, parce qu'un peu de pratique en apprendra plus que toutes les instructions que je pourrois donner sur ce sujet.

*Maniere de rassembler les eaux de sources par des tranchées de recherches.*

1364. Après avoir creusé la tranchée à une profondeur convenable, donné aux terres un talud proportionné à leurs qualités, reglé la pente de fond, & poussé de distance en distance, à droite & à gauche des rameaux en forme de patte d'oye, pour rassembler le plus d'eau que l'on pourra ; il faut faire une tranchée pour perdre l'eau de chacun de ces puisards, afin d'en pouvoir faire un autre au tour de leur circonférence, avec un corroi de glaise d'environ 2 pieds d'épaisseur ; & ensuite pratiquer un mur de maçonnerie en-dedans, en sorte que l'eau s'éleve de ce puisard jusqu'à une hauteur capable d'en sortir par une pierrée de même hauteur que celle des autres puisards. Il est bon d'observer qu'il faut une décharge ou tranchée à chaque puisard pour perdre l'eau, sans quoi il ne seroit pas possible de travailler aux pierrées. Il faut

*Construction des pierrées, servant à recevoir & à conduire les eaux de source.*

curer ces puisards deux fois l'année, crainte que les pierrées ou tuyaux ne s'engorgent par les limons que l'eau y auroit déposés. L'on étend sur le fond un lit de terre glaise bien battu, ensuite l'on construit une pierrée, c'est-à-dire, deux petits murs de pierres posées à sec d'un pied d'épaisseur, sur 18 pouces de hauteur, régnant le long des berges pour former un petit canal de 8 à 9 pouces de largeur vers la naissance de la tranchée qu'on élargit, à mesure que la conduite est plus longue & que les eaux deviennent plus abondantes. Car on n'est point le maître de donner à ce canal autant de largeur que l'on voudroit, parce qu'étant ensuite recouvert avec des dalles ou pierres plattes qui doivent avoir sur leur piedroit au moins 3 pouces de portée, on n'est pas toujours à même d'en avoir d'assez larges; ainsi les eaux qui filtrent des berges ne trouvant point d'obstacle, passent par les joints de la pierrée & se réunissent dans la conduite. L'on pose sur les dalles des gazons renversés, pour empêcher qu'en recomblant la fouille il ne tombe rien sur le fond. Un bon ouvrier & son manœuvre peuvent faire 7 ou 8 toises de pietrée en un jour, s'ils sont bien fournis de matériaux.

*Il faut pratiquer des puisards de distance en distance dans le fond des tranchées, pour purifier l'eau.*

1365. Il est bon d'observer qu'il faut de 50 toises en 50 toises faire des puisards, c'est-à-dire des petits puits de 3 pieds de diametre sur 5 ou 6 de profondeur, mesuré au-dessous du fond de la conduite; ces puits sont destinés à recevoir le sable & le limon que les eaux entraînent avec elles; c'est pourquoi il faut les revêtir de bonne maçonnerie de briques, enveloppée d'un corroi de terre glaise, pour que l'eau ne s'y perde pas, & qu'en étant toujours remplis, elle puisse reprendre son cours dans la pierrée suivante.

Ces puisards sont couverts de platte-formes chargées de terre; & comme ils doivent être curés deux fois l'année, pour en connoître l'emplacement, il convient de les accompagner de bornes aux armes de leurs Proprietaires, & d'avoir un plan exact du chemin que tiendra la conduite.

Il est essentiel de veiller qu'il ne soit creusé aucun puits le long du chemin que suivent les pierrées, qui pourroient en détourner les eaux, & qu'on ne fasse aucune plantation dans le voisinage, crainte qu'à la longue les racines ne gagnent jusqu'à la conduite, ne détruisent la pierrée, & ne fassent refluer l'eau dans des canaux étrangers.

*Après avoir poussé le canal de pierrée aussi*

1366. Après avoir traversé le terrein qui fournit de l'eau, l'on se sert de tuyaux pour continuer la conduite jusqu'à l'endroit où l'on veut qu'elle se rende, ce qui peut se faire simplement avec des

tuyaux de bois ou de grés, lorsqu'on ne rencontre en chemin ni fond ni éminence considérable, mais seulement des pentes & des contrepentes douces, le long desquelles l'eau n'est point assez forcée pour mettre ces sortes de tuyaux en danger de crever, autrement il faudroit en employer de fer coulé pour former le reste de la conduite, ou ne s'en servir qu'aux endroits qui en demanderont indispensablement.

*loin qué vont les filtrations, l'on continue la conduite avec des tuyaux;*

1367. Pour faire des tuyaux de bois, on se sert de troncs d'arbres de chêne, d'orme ou d'aulne, les plus longs & les plus gros qu'on peut trouver, ensorte qu'étant percé d'un trou, dont le diametre soit d'une grandeur convenable à la quantité d'eau qui doit y passer, le tuyau ait au moins un bon pouce d'épaisseur, sans y comprendre l'écorce ni l'aubier. On perce ces troncs d'arbres comme les charrons font les moyeux, en commençant d'abord par un petit diametre, que l'on augmente ensuite, en se servant d'autres tarrieres d'un calibre plus fort. Un ouvrier peut percer six toises de bois d'orme ou d'aulne d'un trou de deux pouces de diametre en un jour, & seulement une toise de bois de chêne.

*Maniere de se servir des tuyaux de bois.*

Pour joindre ensemble les tuyaux de bois, on affile le bout de l'un, & on agrandit le diametre de l'autre, afin de pouvoir les encastrer ensemble sur une profondeur convenable, comme on le peut voir dans e 1^er volume, Livre II. sur la 5^e planche du II. Chapitre. Pour plus de solidité, il convient de fretter l'extrêmité de chaque tuyau, qui reçoit celle de l'autre, & pour que l'eau ne se perde pas, on les enduit de mastic à froid, qui est une composition de graisse de mouton battue dans un mortier avec de la farine de brique, tant qu'on puisse en faire des pelottes molles comme de la cire dont se servent les Sculpteurs; & lorsqu'il survient des trous ou fentes par où s'échape l'eau, l'on y chasse des coins de bois, entourés de filasse, enduits du même mastic.

1368. Les meilleurs tuyaux de grés se font à Savigny, près de Beauvais; ils ont ordinairement deux pieds de longueur, & s'emboëtent aussi l'un dans l'autre sur la profondeur de trois pouces; leur calibre est depuis 6 pouces jusqu'à 2. Quand ces tuyaux ont autour de 7 lignes d'épaisseur, ils peuvent résister au poids d'une colonne d'eau de 25 pieds de hauteur.

Pour les assembler, on prend du Ciment passé au tamis ou du Sable fin, ou du mache-fer dépouillé de charbon, que l'on met en égale quantité avec de la poix raisine & de la poix grasse fondue, & lorsqu'elle commence à bouillir, on la remue fortement, en répandant dessus de la poudre dont nous venons de parler, tant

qu'on voye cette composition filer, comme si c'étoit de la Térébenthine ; on la verse dans un bacquet pour la laisser refroidir, ensuite on la casse par morceaux que l'on fait fondre quand on veut s'en servir; que si l'on s'apercevoit que le mastic fut trop maigre pour se bien joindre aux tuyaux, il faudroit en le faisant fondre y mêler de la graisse de mouton ou de l'huile de noix. 100 ℔ de ce mastic coûtent environ douze francs, & il en faut à peu près trois livres pour chaque nœud des tuyaux de 4 pouces de diametre ; ainsi des autres à proportion de leurs calibres. Ces nœuds se forment avec de la filasse, & il en faut environ 3 ℔ pour 100 toises des mêmes tuyaux : on s'assure si les nœuds sont bien faits, en détachant à petits coups de marteau le mastic qu'on a employé, afin de voir s'il s'est bien incorporé avec le grès.

Lorsque les tuyaux ont 5 ou 6 pouces de diametre, & qu'ils sont par conséquent trop gros pour être assemblés avec du mastic à feu, par la difficulté de les échauffer & de faire de bons nœuds : on se sert d'un autre mastic composé de chaux & de farine de ciment, dont on garnit le dedans de la boete & le dessus de la vis, qu'on pousse en tournant de côté & d'autre, tant que leurs bords se touchent & que le ciment regorge ; alors on se sert de celui qui déborde pour en faire un nœud. Il est bien essentiel que cette couronne de mastic soit maniée promptement, & qu'elle soit égale dessous comme dessus ; ensuite on prend un fer chaud, pour applatir les extrêmités du nœud, & le réduire à rien sur le grès.

Je passe sous silence, qu'avant d'asseoir les tuyaux, il faut aplanir le terrein, afin d'adoucir, le plus qu'il est possible, tout ce qui peut faire obstacle au libre passage de l'eau, observant d'enterrer les tuyaux dans une tranchée assez profonde, pour que la gelée n'y puisse pénétrer. J'ajouterai que de quelque maniere qu'on fasse une conduite, on ne doit point remplir la tranchée qu'on n'ait auparavant éprouvé les tuyaux, pour voir s'il ne se rencontre point des défauts par où l'eau pourroit se perdre. Pour cela on bouche la conduite par l'endroit le plus bas, & on lui fait soutenir l'effort d'une colonne d'eau de quelque pieds plus haute que celle qui doit y couler.

*Usage des tuyaux de fer.*

1369. Les tuyaux de fer ne sont en usage que depuis 1672. M. Francini s'est avisé le premier d'en faire construire de cette espece, leur longueur est ordinairement de 3 pieds, ils sont accompagnés d'un nombre de brides, à peu près proportionné à leur diametre. Avant que de joindre un tuyau à l'autre, on examine si les brides n'ont point quelques grains de fer qu'il faudra détacher,

ou quelques irrégularités qui empêcheroient les bords de se joindre immédiatement ; c'est pourquoi il convient que les brides se jettent tellement en dehors, qu'il s'en faille environ deux lignes qu'elles ne se touchent, afin de supléer aux inégalités qui s'opposeroient à leur jonction, qui ne se fait qu'après avoir étendu sur les brides une couche de mortier à froid, qu'on accompagne d'une rondelle de cuir : ensuite l'on se sert de vis & d'écrous composés de bon fer.

*Epaisseurs des mêmes tuyaux, leur poids & leur prix par toises, selon leur diametre.*

1370. Quand le fer coulé est de bonne qualité, comme celui qu'on tire des forges de Normandie, l'on donne aux tuyaux de 4 pouces de diametre, 4 lignes d'épaisseur ; 5 lignes à ceux dont le diametre est de 6 pouces ; & ainsi des autres de 8, de 10, de 12, &c. pouces, dont l'épaisseur croît d'une ligne à mesure que le diametre augmente de deux pouces. Au reste il faut prendre garde de ne point recevoir ces tuyaux aux forges qu'on ne les aye bien visités, pour voir s'ils ont par tout une égale épaisseur, & s'ils sont exempts de soufflure.

Voici le poids & le prix de la toise courante des tuyaux de différens calibres de la fabrique de Normandie, que je tiens de M. Delespine, Contrôleur de la machine de Marly.

4 pouces de diametre, pesent 160 ℔, à 125 liv. le millier, ce qui revient à . . . 20 liv. 0 ſ. la toise.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 ½ pouces, pesent | 180 ℔, au même prix. | 22 | 10 ſ. | |
| 5 pouces, pesent | 230 ℔. . . . . | 28 | 15 | |
| 5 ½ pouces, pesent | 250 . . . . . | 31 | 5 | |
| 6 pouces, pesent | 270 . . . . . | 33 | 15 | la toise. |
| 8 pouc. à 4 vis, pes. | 320 . . . . . | 40 | 0 | |
| 8 pouc. à 6 vis, pes. | 430 . . . . . | 53 | 15 | |
| 12 pouc. à 6 vis, pes. | 700 . . . . . | 87 | 10 | |
| 18 pouc. à 8 vis, pes. | 1100 . . . . . | 137 | 10 | |

Il y a aussi des Forges en Champagne où l'on fabrique des tuyaux de fer, j'en ai vû de 3 pouces de diametre à trois vis, qui pesoient 180 ℔ la toise, & coûtoient 125 ℔ le millier, ce qui revient à 22 liv. 10 ſ. la toise. Je ne parlerai point présentement des tuyaux de plomb, parce que l'on ne s'en sert pas en pleine campagne, étant d'une grande dépense & trop exposés à être volés. Je reserve de m'étendre sur tout ce qui leur appartient, en parlant de la conduite des eaux dans les Villes. Cependant il est bon d'observer que lorsqu'on est obligé de faire faire un ou plusieurs cou-

des à une conduite de tuyaux de bois, de grès ou de fer, on ne peut se dispenser de se servir d'un tuyau de plomb, auquel l'on donne le contour nécessaire pour former la jonction des autres, par le moyen des rebords & des brides.

*Il faut le long des conduites pratiquer des regards & des ventouses.*

1371. De quelque espece que soient les conduites, il faut les accompagner de regards de distance en distance, pour éprouver les parties qui tiennent ou perdent l'eau; ces regards ne sont autre chose que des petits puits ou cheminées, par lesquels l'on découvre les tuyaux pour mettre l'eau en décharge. On pratique dans le fond un puits perdu pour la recevoir quand on veut mettre une partie de la conduite à sec; c'est pourquoi il convient, lorsque les tuyaux suivent des pentes & contrepentes, de faire les regards dans les lieux les plus bas par préférence aux autres. Nous reprendrons ce sujet par la suite.

Comme l'air que l'eau entraîne avec elle, cause souvent la rupture des tuyaux, l'on a soin de pratiquer des ventouses dans les endroits éminents pour le laisser échaper; ces ventouses ne sont autre chose qu'un petit tuyau vertical enté sur la conduite, qu'on apuye contre un arbre, un poteau, ou un mur; on la laisse toujours ouverte, & l'on observe seulement de recourber son extrêmité pour empêcher qu'aucun ordure ne tombe dedans, & on l'éleve de quelque pieds plus haut que le niveau de la destination des eaux. Mais lorsque cette élévation est par trop grande, on se contente de placer le long de la conduite des robinets qu'on ouvre, lorsque les eaux ayant été mises en décharge pour quelque réparation, on veut les faire couler tout de nouveau, & on les ferme l'un après l'autre, à mesure que l'eau y parvient; ainsi l'air est chassé en avant sans pouvoir résister au courant de l'eau, ayant la liberté de s'échaper par les ventouses qui se trouvent ouvertes.

Comme ces robinets ne servent que pour évacuer l'air lorsqu'on veut remplir les tuyaux, & que ce seroit une grande sujettion d'être obligé d'ouvrir ceux qui répondent à la partie du tuyau où l'air que l'eau a entraînée avec elle se trouve cantonné, l'on peut à chaque regard souder sur la conduite un bout de tuyau vertical de 4 à 5 pouces, fermé par une soupape chargée de plomb, pour être en équilibre avec le poids de la colonne d'eau, afin qu'elle ne puisse s'ouvrir que par l'effort dont pourra être capable le ressort de l'air condensé, qui s'échappera par cette ventouse dans des circonstances à peu près semblables à celle de l'article 1298.

1372.

1372. Il s'engendre quelquefois des racines dans les tuyaux de conduite, qui proviennent apparemment des graines que l'eau entraîne & dépose dans de petites cavités où il y a de la terre ; ces racines que les Fontainiers nomment *Queue de Renard*, se multiplient si fort par la suite, qu'elles parviennent à remplir la capacité des tuyaux.

*Il s'engendre des racines dans les tuyaux, & il s'y forme des pétrifications.*

*Moyens de remédier à ces inconvéniens.*

Il se forme aussi des pétrifications causées par le limon graveleux que l'eau charie, qui s'arrêtant aux parties saillantes des parois, s'y accrochent & grossissent à force d'addition, jusqu'à boucher entierement la conduite. J'ai vû des cylindres de 6 pouces de diamétre, composant un corps aussi dur que la pierre, provenant des pétrifications qui s'étoient formées dans la conduite des eaux d'Arcueil, qui étoient réduites à ne pouvoir plus couler que par un diamétre de 9 à 10 lignes.

Les pétrifications naissent ordinairement dans les coudes qu'on est obligé de faire faire aux conduites, parce que l'eau y coulant avec moins de vitesse, elle a plus de tems pour déposer le sable dont elle est chargée. Le seul remede à cet inconvénient est d'adoucir les coudes ou croissans, en leur faisant faire une portion de circonférence qui ait le plus grand rayon qu'il est possible, & d'augmenter la grosseur de la conduite en cet endroit, afin de suppléer aux obstacles qui s'opposent au cours naturel de l'eau.

Lorsqu'on soupçonne qu'il se forme des engorgemens à quelques endroits d'une conduite, l'on peut pour s'en assurer, en attachant au bout d'une double ficelle bien forte un morceau de liége proportionné à la grosseur du tuyau, le lâcher à l'entrée de l'eau, pour voir s'il sortira au premier regard, où ayant porté l'un des bouts de la ficelle, l'on pourra y attacher quelqu'instrument propre à détourner tout ce qui pourroit former un engorgement. Que s'il se rencontroit une pétrification assez forte pour arrêter absolument le morceau de liége, il indiquera au moins l'endroit où il faut remédier, qui sera aisé à distinguer par la longueur de la ficelle qui répond au morceau de liége.

1373. Quand on est obligé de faire passer des tuyaux de conduite par une éminence, beaucoup plus haute que la source, qui contraint pour suivre la pente que doit avoir l'eau, de creuser une tranchée fort profonde ; on ne peut guere se dispenser de les loger dans un aqueduc de maçonnerie en façon d'égout, où l'on puisse manœuvrer commodément. Pour cela il faut que la voûte soit percée de distance en distance par des regards ou cheminées, afin d'appercevoir les fautes, sans être obligé de

*Il y a des occasions où on ne peut se dispenser de loger les tuyaux dans des aqueducs souterrains.*

tâtonner long-tems en faisant des fouilles considérables.

Les tuyaux doivent être posés sur des tasseaux élevés de deux pieds au-dessus du fond pour la commodité des ouvriers: com-il n'y a pas grand chose à dire sur ces sortes d'aqueducs, qui ne soit commun à tous les ouvrages de maçonnerie qui se font sous terre, je ne m'y arrêterai pas davantage; j'ajoûterai seulement qu'il est nécessaire d'en faire sous les grands chemins pour mettre les tuyaux à l'abry d'être cassés par l'ébranlement des voitures, l'expérience faisant voir que les meilleurs de fer coulé, n'y résistent pas.

L'on peut encore se servir des aqueducs souterrains pour amener l'eau tout naturellement jusqu'à sa destination, sans être obligé de se servir de tuyau, lorsque le terrein le permet; alors on fait un petit canal bien pavé en mortier de ciment dans le fond de l'aqueduc, accompagné de deux banquettes, pour en faire la visite & en faciliter l'écoulement.

*Description de l'aqueduc d'Arcueil.*

1374. Un des plus beaux aqueducs souterrains que nous ayons en France, est celui d'Arcueil, qui sert à conduire dans une rigole l'eau de plusieurs tranchées de recherches faites en pierrées, dans les campagnes de Rungis, Paret, Coutin; cet aqueduc a 7000 toises de longueur; il est construit en pierres de taille depuis Rungis jusqu'au château d'eau qui est à la porte Saint Jacques; sa pente est de 6 pouces sur 200 toises, & la rigole est accompagnée de deux banquettes de 18 pouces de largeur, sur lesquelles on peut marcher jusqu'au-dessus du Village d'Arcueil. Sa hauteur, depuis le fond de la rigole jusqu'au-dessous de la clef, est de 6 pieds, excepté en quelques endroits où on a été obligé d'en donner moins pour s'assujetrir aux grands chemins sous lesquels il passe.

*Description de l'aqueduc de Rocquancourt.*

1375. Un autre aqueduc de cette espece, est celui de Rocquancourt, qui amene l'eau à Versailles; sa longueur est de 1700 toises, ayant en tout 3 pieds de pente, qui est tout ce qu'on a pû lui en donner. Pour le construire, on a été obligé en plusieurs endroits de faire des fouilles de 14 toises de profondeur; ce qui en a rendu l'exécution très-difficile; l'on fit 150 regards sur la longueur de cet aqueduc qui n'étoient point placés à distance égale, mais seulement aux endroits qui pouvoient faciliter le transport des matériaux; 80 furent revêtus en maçonnerie, & les 70 autres qui ne devoient servir que pendant le travail, furent seulement coffrés en bois, & bouchés ensuite par une maçonnerie en cul de four, & comblés de terre jusqu'au niveau de la campagne.

Cet aqueduc qui a coûté 325000 liv. n'a donné que 6 pouces d'eau depuis 1675 jusqu'en 1678, & quelquefois n'en donnoit que 5, 4, 3, 2, suivant que les sécheresses étoient de plus longue durée; mais en 1685, l'on fit à la tête de cet aqueduc un étang pour dessécher une campagne, appellée *Trou d'Enfer*, & depuis lors il a donné 10 à 12 pouces d'eau; ce qui semble confirmer l'opinion qui attribue aux eaux de pluye l'origine des fontaines.

*Des aqueducs élevés par arcades, entre autres de celui de Maintenon, & de celui qui est élevé dans la plaine de Buë.*

1376. Lorsqu'on trouve des facilités pour conduire l'eau dans une rigole, & qu'on ne peut se dispenser de la faire passer par des vallons profonds, il faut nécessairement, pour continuer le niveau de pente, soutenir les eaux sur des Acqueducs de maçonnerie élevés par arcades; c'est ainsi qu'en ont usé les Romains pour emmener les bonnes eaux dans les Villes, comme le font voir les vestiges qui restent de leur magnificence, aux environs de Nismes, d'Arles, de Frejus, &c. & qui n'ont été imités jusqu'ici que par Louis le Grand, qui en a fait construire plusieurs à grands frais, pour conduire des eaux à Versailles & à Marly. On aura une idée de ces aqueducs, en considérant la premiere Planche, sur laquelle on a développé celui qui a été commencé proche de Maintenon; l'on voit qu'il est élevé par trois cours d'arcades, dont l'objet est de former en l'air la rigole A, accompagnée de deux banquettes B, C, & d'un parapet de chaque côté, afin de pouvoir parcourir la rigole sans danger, pour l'écurer de tems en tems. Les piles du premier & second étage ont été percées dans le milieu D de leur épaisseur, pour faciliter les communications au tems de la construction de l'ouvrage, & pour servir aussi en cas de réparations. A l'égard du profil de l'aqueduc élevé dans la plaine de *Buë*, que l'on voit marqué sur la même Planche, & qui sert à conduire à Versailles les eaux que l'on tire de la plaine de *Sçale*, l'on remarquera qu'il a l'avantage de pouvoir servir en même tems de chaussée aux voitures publiques; je ne m'y arrête pas davantage, parce qu'on en trouvera le devis dans la seconde Partie de cet Ouvrage. PLAN. I.

*Quelle est la moindre pente que l'on peut donner aux rigoles.*

1377. Il est assez difficile de déterminer au juste la pente qu'il convient de donner aux rigoles, selon la quantité d'eau qui doit y couler. Vitruve veut qu'elles ayent 6 pouces de pente sur 100 pieds de longueur, ce qui est beaucoup trop, plusieurs expériences faisant voir que 2 pieds pour 1200 toises suffisent lorsque la rigole ne fait point de coudes, ou que les retours sont tellement adoucis qu'ils ne peuvent causer une altération fort sensible à la vitesse de l'eau.

On remarquera en paſſant, que le canal de l'étang de Trappes dont l'eau fut conduite à Verſailles par les ſoins de M. Picard, n'avoit que 9 pouces de pente par 1000 toiſes, & que l'eau étant lâchée, mit 4 heures à parcourir 4000 toiſes; il eſt vrai qu'elle étoit chaſſée par une charge de 3 pieds. L'on ſçait auſſi que l'aqueduc de Rocquancourt, dont nous avons parlé cy-devant, n'a que 3 pieds de pente ſur toute ſa longueur, qui eſt 1700 toiſes; ainſi quand le fond ſur lequel coule l'eau n'eſt point raboteux, l'on peut en toute ſûreté ſuivre pour regle générale, de donner 2 pouces de pente par 100 toiſes.

L'on penſera peut-être que pour ne point courir les riſques de faire couler l'eau trop lentement, il n'y a qu'à lui donner plus de pente que moins; je conviens que quand on n'eſt gêné par aucune ſujettion, ce parti eſt toujours le plus ſage; mais il arrive ſouvent, lorſqu'on veut conduire l'eau d'un terme à un autre, que la hauteur de leur deſtinarion eſt limitée, & que la poſſibilité ou l'impoſſibilité d'un projet dépend préciſément de la pente qu'on pourra donner à une rigole ou à un canal. Par exemple, ſi l'on veut amener les eaux de loin pour établir des fontaines dans une Ville, il eſt eſſentiel que le château d'eau où elles arriveront ſoit le plus élevé qu'il eſt poſſible, afin que de là elles puiſſent arriver dans les quartiers éminens, & même beaucoup au-deſſus du rez-de-chauſſée pour y ménager des réſervoirs proviſionels, comme nous le dirons par la ſuite. L'on peut auſſi avoir pour objet de conduire l'eau dans un grand réſervoir pour la faire jaillir dans un jardin; & comme la hauteur des jets dépend néceſſairement de celle de leur ſource, on ne pourra augmenter la pente ſans diminuer la hauteur du réſervoir; c'eſt pourquoi il faut, dans ces occaſions, ſe renfermer dans de juſtes limites.

*De la maniere de conduire la pente des rigoles.*

1378. Les Ouvriers ayant plus de facilité à mener une tranchée de niveau, que lorſqu'ils ſont aſſujettis à ſe régler ſur la pente qu'on veut lui donner, il convient de les faire toujours travailler de niveau, en diſtribuant la pente par gradin. Je veux dire, que ſi l'on vouloir qu'une tranchée ou une rigole eut 2 pouces par 100 toiſes, il faudroit de 50 toiſes en 50 toiſes deſcendre de 12 lignes, enſuite r'égaler le fond pour ne former plus qu'un même plan. Ce n'eſt pas qu'il n'y ait des aqueducs conſtruits par gradins, entr'autres celui d'Arcueil qui en a de 6 pouces, de 200 toiſes en 200 toiſes.

Il eſt bien eſſentiel de ne pas confondre l'eau qui coule dans les rigoles d'aqueducs, où peu de pente ſuffit, avec celle qui

coule renfermée dans des tuyaux; parce que la viteſſe de celle-ci, ſe trouvant fort retardée par les frottemens & les ſinuoſités, il faut néceſſairement avoir égard au nombre des pentes & contrepentes, depuis la priſe d'eau juſques à ſa deſtination, pour y proportionner la charge. Il eſt difficile d'établir à cet égard des regles déduites de la théorie; c'eſt pourquoi il faut avoir recours à celles qu'on peut tirer de l'expérience.

Dans le cas où une conduite n'auroit que 100 toiſes de longueur pour porter les eaux d'un réſervoir à un autre; on eſt dans l'uſage de lui donner environ 18 pouces de charge, pour la faire remonter depuis 10 juſques à 20 pieds de hauteur, 24 pouces pour la faire remonter depuis 20 juſques à 30; ainſi de ſuite, en augmentant de 6 pouces par 10 pieds d'élévation, ce qui peut s'étendre juſques à celles de 60 pieds; après quoi on peut réduire cette augmentation, en ne la faiſant que de 4 pouces par 10 pieds. Quant à la diſtance qui ſépare les deux termes, c'eſt-à-dire, celui d'où part l'eau d'avec celui où elle ſera reçue, il faudra, indépendamment des hauteurs où remonte l'eau, avoir auſſi égard à cette diſtance quand elle paſſera celle de 300 toiſes, en ajoûtant à la charge 3 pouces d'élévation par 100 toiſes.

### *De la maniere de conduire & de diriger les eaux aux différens quartiers d'une Ville.*

1379. Après avoir emmené dans le voiſinage d'une Ville les eaux des ſources & des filtrations en auſſi grande quantité qu'on aura pû, il faut de là les conduire dans des tuyaux de plomb pour les raſſembler toutes, ſi cela ſe peut, dans un château d'eau, placé le plus avantageuſement qu'il eſt poſſible, par rapport à la diſtribution générale, enſorte que les cuvettes qui la recevront ayent autant de hauteur qu'on pourra leur en donner au-deſſus du rez-de-chauſſée des quartiers éminens. Que ſi ces eaux arrivent par différentes conduites, il convient que chacune ait ſa cuvette particuliere, afin d'en pouvoir faire la jauge ſéparément, pour connoître de combien elles augmentent ou diminuent, & diſtinguer celles qui perdront l'eau par les ſubites altérations qui pourront leur ſurvenir: au lieu que ſi pluſieurs conduites abouriſſoient à une ſeule, on ne pourroit découvrir les fautes ſans des recherches fort pénibles.

*Il convient de raſſembler toutes les eaux dans un même endroit pour en faire la diſtribution générale.*

1380. Quand je dis qu'il convient de raſſembler toutes les eaux dans un même endroit, on obſervera que cette maxime ne doit

*Attentions qu'il faut*

*avoir pour soutenir les eaux à la plus grande hauteur qu'il est possible.*

avoir lieu qu'autant que les sources qui les fournissent sont à peu près au même niveau; car s'il y en avoit quelques-unes beaucoup plus élevées que les autres, il faudroit les conduire dans une cuvette particuliere, afin de ménager la supériorité de l'eau, pour de ce terme, la faire passer aux fontaines qui pourront se succéder jusqu'aux quartiers les plus éloignés de la distribution générale.

Ces attentions sont d'une grande conséquence, c'est pourquoi avant que d'entamer de pareils ouvrages, il ne faut point épargner les nivellemens, afin de prendre si bien ses mesures, qu'on n'ait pas lieu par la suite de se repentir d'avoir agi avec trop de précipitation.

Si les eaux, au lieu de venir des sources, étoient élevées par une Machine, c'est alors qu'on ne seroit point excusable de négliger de les faire monter aussi haut qu'il convient pour établir des fontaines dans les quartiers éminens, quand bien même ils ne seroient que peu ou point du tout habités, devant moins considerer l'état actuel des choses que celui ausquels elles pourront arriver. Il peut se rencontrer dans une grande Ville qu'un terrein considérable ne soit point bâti, parce que l'eau y manque, & que celle qu'on pourroit tirer des puits est mauvaise, mais qu'il ne tarderoit gueres à l'être, si cet inconvénient ne subsistoit plus.

Un château d'eau destiné à la distribution générale, devant être à peu près le même, soit que les eaux viennent des sources, ou qu'elles soient élevées par des Machines, puisque dans l'un & l'autre cas, les tuyaux montans se dégorgeront toujours dans des cuvettes; je vais donner pour exemple celles du château d'eau de la Machine appliquée au Pont notre-Dame, qui fournit l'eau à presque toutes les fontaines de Paris.*

*Description des cuvettes du château d'eau de la Machine appliquée au Pont notre-Dame.*

PLAN. 2. FIG. 1. & 2.

1381. Nous avons dit (1106, 1111, 1113) en décrivant la Machine du Pont notre-Dame, que les pompes élevoient l'eau à 81 pieds dans quatre tuyaux, & qu'en 1737 on avoit construit deux équipages de relais pour suppléer aux défauts des anciens; ainsi au lieu de 4 tuyaux montans, il y en a à présent six que l'on peut regarder, si l'on veut, comme répondans à autant de conduites particulieres qui ameneroient des eaux de sources. Si l'on considere la premiere & la seconde Figure de la Planche seconde, l'on y verra le plan & le profil des cuvettes dont nous parlons, placées au dernier étage de la Tour qui les éleve d'environ 45 pieds au-dessus du rez-de-chaussée du Pont notre-Dame, de là l'eau descend par trois gros tuyaux, qui passant ensuite sous le pavé des

rues, vont se rendre dans la cage des fontaines où ils aboutissent, ensuite remontent verticalement, & se déchargent dans des cuvettes particulieres, d'où l'eau redescend par plusieurs tuyaux, qui la distribuent dans différens quartiers, en passant encore sous le pavé.

Pour entrer dans le détail, on sçaura que A, B représentent les tuyaux montans des deux équipages qui répondent à la roue méridionale de la Machine; C, celui de relais: que D, E désignent les tuyaux montans des deux équipages de la roue septentrionale, & F, celui de relais.

Quatre de ces tuyaux se déchargent dans une cuvette de plomb, formée par les faces G G, H H, percées d'un grand nombre de trous I d'un pouce de diamétre, ayant chacun un canon d'un pouce de saillie un peu évasé, servant à mesurer le produit de la Machine, la dépense de chacun étant estimée d'un pouce d'eau, lorsque le sommet est surmonté par la surface de l'eau de la hauteur d'une ligne. Ainsi quand on veut faire la jauge, on ferme un nombre de ces trous avec des chevilles, n'en laissant d'ouverts qu'autant qu'il en faut pour entretenir l'eau à la hauteur que nous venons de dire, alors on compte avoir autant de pouces d'eau qu'il y a de trous, par lesquels elle sort à gueule bée.

Pour calmer la surface de l'eau & en faire plus exactement la jauge, l'on a pratiqué dans le milieu de la cuvette une languette K K, en forme de cloison, soutenue par des liens de fer L; cette languette sert à recevoir le choc de l'eau que les tuyaux montans dégorgent, pour empêcher qu'elle ne vienne en ondoyant, couler par les jauges, vers lesquelles elle ne peut se rendre qu'en partant du fond de l'espace M M, après avoir passé sous la base N de la languette: de là elle est reçûe dans une seconde cuvette O, d'où elle est distribuée selon la répartition qu'on en veut faire, parce qu'on y a pratiqué plusieurs bassinets, dont le pourtour est percé de jauges, comme les précédentes, pour n'y laisser entrer que la quantité d'eau que l'on veut donner aux quartiers qui leur répondent.

*Distribution générale des eaux qui partent du château d'eau du Pont notre-Dame.*

1382. Par exemple, des bassinets que l'on voit ici, le premier P reçoit l'eau destinée à un nombre de fontaines publiques, en cheminant par cascade de l'une à l'autre: d'abord elle descend par le tuyau Q pour se rendre dans une premiere cuvette moins élevée, placée à l'Aport de Paris; de là dans une seconde à la Fontaine des Innocens: de celle-ci dans plusieurs autres, & de ces dernieres encore dans d'autres successivement jusqu'aux plus

éloignées; par conséquent plus basses que toutes les précédentes.

Le second bassinet R, qui répond au tuyau S, reçoit l'eau destinée pour le quartier S. Antoine & le Marais, dont la premiere distribution se fait à la Fontaine Sainte Catherine, vis-à-vis les grands Jésuites.

Le troisiéme bassinet T, qui répond au tuyau V, reçoit celle qui est conduite d'abord à la Fontaine S. Severin, d'où elle est distribuée aux quartiers de S. Jacques, de S. Victor, & du Fauxbourg S. Germain.

Le quatriéme bassinet X n'a point encore de tuyaux descendans, étant réservé pour les nouvelles Fontaines qui pourront s'exécuter par la suite.

Enfin le cinquiéme bassinet Y, beaucoup plus petit que les précédens, reçoit deux pouces d'eau pour l'Hôtel-Dieu.

PLAN. 2. FIG. 1. 2. & 9. Chaque tuyau descendant se ferme quand on veut, par le moyen d'une soupape A, attachée à une tige B, dont une partie taillée en vis joue dans un écrou C, lié à un suport D; ainsi on leve ou baisse cette soupape en faisant tourner la clef E; par ce moyen on interrompt la descente de l'eau, lorsque pour quelque réparation l'on est obligé de mettre une conduite en décharge. Pour empêcher que l'eau n'entraîne des ordures avec elle, l'entrée de chaque tuyau descendant est couverte d'une cloche de laiton, composée de deux pieces assemblées à charnieres, percées de trous, comme le représente en grand la Figure 9. Cette cloche n'empêche pas qu'on ne leve ou baisse la soupape.

A l'endroit Z est un tuyau de décharge de superficie, qui conduit à la riviere le superflu de l'eau, lorsqu'il arrive qu'on est obligé de fermer un ou deux tuyaux descendans, qui peut aussi servir de décharge de fond, parce que le bord de ce tuyau sur lequel est soudé un boisseau, reçoit une espece d'entonnoir, qui surmonte d'un pouce le niveau ordinaire de l'eau, & qu'on suprime quand on veut mettre les cuvettes à sec.

*Explication des cuvettes particulieres qui conviennent aux fontaines publiques.*

1383. Pour donner aussi une idée de la disposition des cuvettes particulieres qui reçoivent & distribuent les eaux aux fontaines & aux concessionaires, c'est-à-dire, aux particuliers qui ont droit d'en avoir chez eux, soit par prérogative ou par acquisition, je donnerai d'abord pour exemple la cuvette de la fontaine Sainte Catherine, dont nous venons de faire mention.

La figure que l'on donne aux cuvettes des fontaines publiques est arbitraire, & dépend presque toujours des sujettions qui viennent de la part du lieu où elles sont placées; cependant lorsqu'on peut

peut jouir d'un certain espace, il faut éviter de les adosser contre un mur, étant bien plus commodes quand elles sont isolées. Alors on leur donne la forme d'un quarré ou d'un polygone régulier, comme par exemple la cuvette de la fontaine Sainte Catherine, qui est faite en pentagone, dont le profil, le plan & l'élévation vûs en prespective, sont représentés par les figures 3, 4 & 5 que je vais expliquer.

Je ne m'arrête pas à décrire la disposition de la ferrure qui soutient cette cuvette à hauteur d'appui, & me contenterai de faire remarquer, que d'abord le tuyau montant A qui vient des pompes Notre-Dame, se dégorge à gueule bée dans une cassette circulaire BC, au milieu de laquelle est une languette D, pour calmer le mouvement de l'eau (1381) qui, coulant par les jauges, dont le pourtour de la surface de la cassette est percée, vient se rendre dans la cuvette EF où son mouvement est encore calmé par une autre languette G. De-là elle est distribuée par des jauges de différentes grandeurs dans tous les bassinets compris entre les surfaces EF & HI, ayant chacun un tuyau au fond qui la conduit à sa destination.

*PLAN. 2. FIG. 3. 4. & 5.*

Par exemple, un de ces bassinets reçoit l'eau qui doit se dépenser à la Fontaine Sainte-Catherine; d'autres celle qui entretient les Fontaines du Marais & du Fauxbourg S. Antoine, & tous les autres bassinets en font la répartition aux Communautés Religieuses & maisons ausquelles il en est dû en plus ou moins grande quantité. Ainsi il faut concevoir que les tuyaux qui la reçoivent, après être descendu jusqu'en bas, se séparent & vont se rendre en passant sous le pavé dans les endroits où ils doivent aboutir.

L'eau qui part d'une fontaine pour en entretenir une autre, arrive de même dans cette seconde par un tuyau montant, qui se déchatge aussi dans une cuvette, distribuée comme celle dont nous venons de parler pour en repartir à des concessionnaires, & même à d'autres fontaines qui peuvent devenir à leur tour les nourrisses des plus éloignées de la source; c'est ainsi que l'eau peut se répandre dans tous les quartiers d'une Ville.

1384. Selon ce que nous venons d'expliquer, l'on voit que chaque fontaine a un bassinet particulier, recevant l'eau qui lui est propre. Or, l'on sçaura que le tuyau qui est adapté à ce bassinet, ne la conduit pas tout de suite à l'endroit où le Public la reçoit, mais dans un reservoir de plomb, placé de quelques pieds au-dessus du rez-de-chaussée de la cage de la fontaine, où elle est économisée pour ne couler que lorsqu'on la veut recevoir : ce reser-

*L'eau de chaque fontaine doit être reçue dans un réservoir, avant sa sortie pour le Public.*

voir contient plus ou moins de muids d'eau, selon la capacité qu'on peut lui donner, eu égard à la place où il est renfermé.

*De quelle maniere l'on fait jaillir quand on veut l'eau d'une Fontaine pour la recevoir en dehors de la cage.*

PLAN. 3. FIG. 1.

1385. On jugera mieux de la situation & de l'objet de ce reservoir, en considérant la premiere figure de la troisiéme planche, qui représente une partie de l'interieur de la cage de la fontaine Sainte-Catherine, qui montre que le reservoir ABC, composé de tables de plomb, soutenues par des barres de fer, reçoit continuellement l'eau du tuyau descendant EF, répondant au bassinet de la même fontaine. L'on remarquera qu'au fond de ce reservoir est adapté en deux endroits un tuyau GH, servant en même tems de décharge de fond, lorsqu'on veut avoir de l'eau; & de décharge de superficie quand le reservoir se trouve plein, parce qu'à l'endroit I est une soupape suspendue à l'extrêmité K d'une bascule KL, portée sur une potence M, ayant à l'autre extrêmité L une verge de fer LN, qui aboutit à un tourniquet NOP, soutenu par une potence R. Or comme ce tourniquet est lié avec un boulon P Q, nommé *Clef* de la fontaine, dont le bouton S saille ordinairement de 4 ou 5 pouces; quand la soupape est fermée, il arrive qu'en poussant avec la main ce bouton, le tourniquet fait un mouvement qui contraint l'extrêmité L de la bascule de descendre & l'autre K de monter, en ouvrant la soupape qui laisse à l'eau la liberté de couler dans le tuyau qui aboutit à la langue du masque T; mais aussi-tôt que l'on vient à lâcher la clef, la soupape se referme, en faisant faire à la bascule & au tourniquet un mouvement contraire au précédent, qui remet la clef dans sa premiere situation.

*Disposition de la décharge de superficie.*

1386. Quant à la décharge de superficie, l'on remarquera qu'à l'endroit V, le tuyau GH est adapté avec un boisseau, dont le rebord est soudé sur le fond du reservoir, & que dans ce boisseau se loge un vase ou entonnoir attaché au tuyau XV, dont le sommet qui est accompagné d'un collet, est de 4 ou 5 pouces plus bas que le bord superieur du reservoir, qui venant à s'emplir pendant la nuit, le superflu de l'eau entre dans le tuyau, sort par la langue du masque, & se répand dehors pour nettoyer les rues, & le matin la fontaine se trouve avoir une grande provision d'eau pour fournir abondamment le Public.

Lorsqu'on veut mettre le reservoir à sec, l'on commence par boucher les jauges qui répondent au bassinet de la fontaine, ensuite on leve le tuyau XV pour séparer le vase de son boisseau, aussi-tôt toute l'eau coule par le tuyau GH sans interrompre en rien le cours de celle qui est distribuée aux autres Fontaines & aux concessionaires.

*PLAN. 3. FIG. 4. & 5.*

Si l'on confidére la figure 4, l'on y verra que AB repréfente le bord du boiffeau CD dont nous venons de parler, & que EGF exprime le vafe qui s'ajufte dedans, accompagné de la partie H du tuyau auquel il aboutit. A l'égard de la foupape qui facilite la décharge du fond, la figure 5 en repréfente le plan & le profil lorfqu'elle eft ouverte.

*De quelle maniere les tuyaux defcendans fe partagent à la fortie de la fontaine.*

1387. Je n'entre point dans le détail des tuyaux que l'on voit exprimés fur la premiere figure, je ferai feulement remarquer que pour faciliter l'entrée de celui qui conduit l'eau dans la cuvette, & la fortie de ceux qui la diftribuent; l'on pratique au-deffous du rez-de-chauffée Y de la cage, un caveau, qui aboutit à un acqueduc Z affez large pour que les tuyaux puiffent être féparés les uns des autres fans fe croifer, & les pouvoir mettre aifément en décharge dans le puifard voifin par le moyen des canniveaux, rigoles ou conduites qui les reçoivent. Il eft bon qu'on fache, que lorfque Meffieurs de la Ville de Paris accordent de l'eau à quelque particulier, ils ne s'engagent de la conduire que jufques dans le fond de ce regard, les conceffionaires étant chargés du refte; ce qui eft une fort bonne maxime pour éviter les foins & les embarras immenfes dont ces Meffieurs feroient inquietés s'ils en ufoient autrement.

*Dans les grandes Villes, il faut, lorfqu'on veut élever l'eau d'une riviere, avoir deux Machines féparées, dont l'une puiffe agir au défaut de l'autre, & que les fontaines puiffent donner de l'eau réciproquement.*

1388. Lorfque dans une grande Ville il paffe une riviere, dont on veut élever l'eau pour la répandre abondamment dans tous les quartiers, il convient d'avoir deux machines placées le plus avantageufement qu'il eft poffible pour les faire agir enfemble, ou qu'au moins l'une puiffe fervir au défaut de l'autre. Alors il importe extrêmement de difpofer les conduites de façon, que les fontaines qui recevront l'eau d'une des machines, puiffent auffi dans l'occafion, en fournir aux fontaines qui feront entretenues par l'autre machine, & réciproquement.

De même fi l'on n'avoit des eaux de fources que pour entretenir un petit nombre de fontaines, & que pour fupléer à celles qu'on voudroit avoir de plus, l'on fit conftruire une machine, il faudroit encore prendre des juftes mefures pour que les eaux de fources puiffent paffer aux fontaines qui feroient ordinairement entretenues par des eaux de rivieres, & que ces dernieres puiffent paffer de même aux précédentes. Par cette fage économie, l'on aura de l'eau de fource dans tous les quartiers, lorfque le mouvement des machines fera interrompu par la gelée ou les crues d'eau, & l'on aura par tout de l'eau de riviere, lorfque dans le tems des grandes fécherefles, les fources feront confidérablement alterées. Il eft

vrai que toutes les fontaines ne feront point auſſi abondantes que de coutume; mais c'eſt toujours un grand objet d'empêcher que l'eau n'y manque jamais; voila le cas où il importe extrêmement de faire les reſervoirs des fontaines les plus grands qu'il eſt poſſible, afin de ménager l'eau pendant la nuit & dans les heures du jour où l'on en fait une moins grande conſommation.

*Pluſieurs Fontaines à Paris reçoivent indifferemment de l'eau de ſource & de l'eau de riviere.*

1389. C'eſt ainſi qu'à Paris l'on a pluſieurs Fontaines qui reçoivent indifféremment l'eau de la riviere & celle des ſources d'Arcueil; & pour montrer de quelle maniere les cuvettes doivent être diſtribuées en pareil cas, je vais rapporter pour exemple celle de la fontaine de la rue des Cordeliers, comme une des mieux entendue.

*Deſcription d'une cuvette propre à cet uſage.*

PLAN. 2. FIG. 6. & 7.

Les figures 6 & 7 repréſentent le profil & le plan de cette cuvette, partagée en deux parties égales & ſemblables ABCDE & EFGHA, qui ſont ſéparées par une plaque AE, ſervant de cloiſon; ainſi chacune peut être regardée comme une cuvette particuliere, dont les diſtributions ſont les mêmes; la premiere reçoit des eaux de ſources, venant de la fontaine Saint Michel, & la ſeconde en reçoit de la riviere provenant de la fontaine Saint Severin.

FIG. 8.

Pour ne m'arrêter qu'à la ſeconde cuvette, dont la huitiéme figure repréſente l'élévation en perſpective, on remarquera que les eaux qui ſortent du tuyau I, ſont d'abord calmées par une languette KLM, au-deſſous de laquelle elle paſſe pour venir couler par les jauges pratiquées dans la face NOP; enſuite elle rencontre encore une ſeconde languette QRS qui la calme de nouveau avant que de ſe répandre dans les baſſinets que comprend l'eſpace TFGHXV, d'où elle eſt diſtribuée comme à l'ordinaire.

Pour ne point multiplier les tuyaux deſcendans, l'on ſçaura que chacun répond par une fourche au baſſinet qui lui appartient dans chacune des cuvettes; ainſi l'eau de ſource & celle de riviere coulent dans les mêmes tuyaux pour ſe rendre chez les conceſſionaires, & aux fontaines que celle-ci entretient. Par cet arrangement il ſuffit d'avoir deux tuyaux montans, l'un pour des eaux de ſources, & l'autre pour celles de riviere, dont les conduites peuvent ſervir au défaut l'un de l'autre, & même enſemble, lorſque pour éteindre un incendie, l'on veut faire paſſer dans un quartier le plus d'eau qu'il eſt poſſible.

*Précautions qu'il faut pren-*

1390. Quand on veut établir des fontaines publiques, il faut bien prendre ſes meſures pour les ſituer avantageuſement, choiſir les endroits les plus élevés & qui aboutiſſent à de grandes rues,

afin qu'elles puissent être lavées par le superflu de l'eau, & que les conduites qui partiront de ces Fontaines pour fournir à d'autres, suivent des pentes qui en facilitent la décharge lorsqu'il faudra les vuider.

*dre pour situer avantageusement les fontaines publiques.*

Il faut sur toute chose que la cage des fontaines soit commode, que la cuvette de distribution soit isolée de même que les tuyaux, pour que les ouvriers puissent passer autour des tuyaux, & les reparer sans faire aucune dégradation; au lieu que faute de cette précaution, il arrive souvent que pour en rétablir un qui se trouve couvert par d'autres, l'on est obligé de couper ces derniers, par conséquent de multiplier l'ouvrage, & d'interrompre pendant quelque tems le cours de l'eau dans les endroits où ils la portent. Il convient aussi lorsque les cuvettes sont fort élevées d'en soulager le fond, en soutenant le poids des tuyaux descendans par des attaches posés de 10 pieds en 10 pieds.

*De quelle maniere les cuvettes des fontaines doivent être conditionnées pour distribuer commodément les eaux.*

1391. Il n'est pas moins essentiel de faire les cuvettes solides & d'une belle grandeur, afin que les distributions en soient commodes; car il est bon d'observer qu'indépendamment des bassinets dans lesquels l'eau coule journellement, il doit y en avoir encore d'autres vacans pour s'en servir au besoin; c'est pourquoi, lorsqu'on construit une cuvette, on ne sçauroit la faire trop grande, afin d'y ménager beaucoup de bassinets pour de nouvelles concessions.

Lorsqu'une fontaine doit en entretenir plusieurs autres, il faut faire d'une raisonnable grandeur les bassinets qui doivent recevoir l'eau qui leur est destinée, & percer dans leur languettes plusieurs trous, indépendemment de ceux qui en détermineront la jauge, mais que l'on tiendra fermés pour s'en servir seulement dans les occasions où il faudra envoyer à ces fontaines autant d'eau que leurs conduites pourront en soutenir, soit dans un cas d'incendie, ou dans la vûe d'établir par la suite des fontaines plus éloignées qui recevroient leurs eaux précédentes.

Il faut que les languettes dans lesquelles les jauges seront pratiquées, soient faites de cuivre & non pas de plomb, pour éviter les inconvéniens qui en peuvent résulter, dont le principal est que les jauges percées dans des languettes de plomb peuvent être aisément agrandies par des ouvriers ou autres personnes qui auroient intérêt de faire passer chez des concessionaires plus d'eau qu'il ne leur en est dûe; une jauge de 16 lignes pouvant devenir capable d'une dépense de 20 & de 25, sans que l'on s'en apperçoive, au lieu que ces malversations ne sont pas si aisées à commettre sur le cuivre.

Quant à la hauteur qu'il convient de donner aux parties d'une cuvette, il faut que le tuyau montant en excede le fond de 14 pou. que la languette, pour calmer l'impétuosité de l'eau, ait 10 pouces au-dessus du même fond, & que celle des jauges en ait 8.

Il ne faut jamais envoyer l'eau d'une cuvette publique à une autre que par des jauges, que l'on puisse fermer lorsqu'il y aura des rétablissemens à faire sur la conduite, observant de raccorder la superficie des mêmes cuvettes aux tuyaux qui donnent l'eau au Public, afin que dans le tems qu'on sera obligé d'interrompre une ou plusieurs conduites, l'eau qui y doit couler se rende dans le reservoir.

A l'égard de la maniere de situer les jauges par rapport au niveau de l'eau qui regnera dans la cuvette, pour en faire une répartition judicieuse aux concessionaires; je vais faire ensorte de traiter ce sujet avec le plus de précision qu'il me sera possible, étant d'une extrême conséquence : mais comme il dépend de plusieurs circonstances qui paroissent n'avoir point encore été bien dévelopées, il convient pour plus d'éclaircissemens de reprendre les choses d'un peu loin.

*Dissertation sur le pouce d'eau des Fontainiers.*

1392. Quoique j'aye dit dans l'article 342 que le pouce d'eau valoit 14 pintes, chacune pesant 2 ℔ de 16 onces écoulées dans une minute; je crois devoir faire remarquer que cette mesure a été jusqu'ici fort équivoque, les fontainiers n'ayant point eu égard ni au tems de l'écoulement ni à la quantité d'eau écoulée; ils sont seulement convenus d'appeller pouce d'eau la dépense qui se feroit à gueule bée par un trou d'un pouce de diametre, pratiqué dans une surface verticale, sans se mettre beaucoup en peine à quelle hauteur le niveau de l'eau devoit être entretenu au-dessus du bord superieur de l'orifice. Ainsi lorsqu'ils veulent jauger la dépense d'une source, ils percent un ais de plusieurs trous d'un pouce de diametre, dont les centres se trouvent sur une ligne horisontale, qu'ils ferment avec des chevilles; ensuite ils se servent de cet ais pour former un petit batardeau, afin que l'eau ne puisse s'écouler que par les jauges qu'ils ouvrent l'une après l'autre, jusqu'au moment qu'ils voyent le niveau de la source s'entretenir à peu près à la hauteur du bord superieur des jauges; alors ils jugent de la dépense par le nombre de celles qu'ils laissent ouvertes.

Pour avoir égard aux dépenses qui seroient moindres que celles d'un pouce, les Fontainiers percent encore dans le même ais d'autres trous plus petits, comme de 11, de 10, de 9, de 8, &c. lignes de diametre, dont les centres se placent sur le même alignement que

celui des pouces ; & pour estimer la valeur de ces petites jauges, ils ont divisé le pouce d'eau en 144 lignes, c'est-à-dire, en autant de parties égales qu'il s'en trouve dans le quarré du diametre d'un pouce, divisé en 12 lignes ; ils comptent que le niveau de l'eau étant toujours entretenu à 6 ou 7 lignes du centre des orifices, les jauges précédentes donnent 144, 121, 81, 64, &c. lignes d'eau. Ainsi lorsqu'après avoir ouvert plusieurs trous d'un pouce, ils voyent que le niveau de l'eau ne s'entretient plus à la hauteur convenable, ils en referment un, & ouvrent une ou deux des petites jauges qui conviennent le mieux, pour arriver par degré à la mesure qu'ils cherchent. Par exemple, si l'eau sort par 4 jauges d'un pouce, & par celles de 9 & de 2 lignes de diametre ; ils estiment que la source donne 4 pouces & 85 lignes d'eau, sans qu'ils sçachent le rapport què cette dépense peut avoir avec une autre mesure connue. Il reste à examiner d'où l'on a tiré cette maniere de jauger, pourquoi l'on s'en sert plûtôt que d'une autre, & sur quelle autorité elle est établie.

1393. Ce n'est que depuis que le traité du mouvement des eaux de M. Mariotte a paru, que presque tous les Mathématiciens se sont accordés à admettre une expérience, par laquelle cet Auteur a trouvé que le niveau de l'eau étant entretenu à une ligne au-dessus du bord superieur d'un orifice d'un pouce de diametre, pratiqué dans une surface verticale, il en sortoit environ 14 pintes dans le tems d'une minute, d'où il a conclu la valeur du pouce d'eau des Fontainiers. Je dis environ 14 pintes, parce que plusieurs autres personnes, & M. Mariotte lui-même, ayant repeté cette expérience, en ont trouvé tantôt plus ou moins, mais le plus souveut 13 pintes $\frac{1}{2}$ ; cependant l'on s'en est tenu à 14 pintes pour plus de commodité, parce que dans l'espace d'une heure le pouce d'eau donnera 3 muids de Paris, par conséquent 72 en 24 heures, de ceux qui contiennent 8 pieds cubes, & le pied cube 35 pintes. Ainsi l'on peut par ce moyen mesurer bien plus aisément la dépense d'une source, qu'en se servant de la jauge des Fontainiers, puisqu'il n'y a qu'à recevoir dans un bacquet l'eau qu'elle fournira lorsqu'elle sera toujours entretenue à son niveau naturel ; ensuite on jugera de son produit par le nombre de pintes écoulées dans le tems d'une minute, qu'on n'aura plus qu'à diviser par 14 pour avoir des pouces & des lignes d'eau. Par exemple, si on avoit reçu dans le bacquet 38 pintes en une minute de tems, la source auroit fourni 2 pouces $\frac{5}{7}$ ; & pour avoir la valeur de la fraction en lignes d'eau, on dira si 14 pintes, valeur

*Expérience de M. Mariotte, par laquelle il a voulu determiner la valeur du pouce d'eau.*

d'un pouce, donnent 144 lignes, combien donneront 10 pintes qui restent de la division? On trouvera à peu près 103 lignes.

*La valeur du pouce d'eau n'a point encore été fixée par aucune loi ni ordonnance; il seroit à souhaiter qu'on sçut à quoi s'en tenir.*

1394. Quoique cette maniere de jauger paroisse adoptée de la plûpart de ceux qui se sont appliqués au mouvement des eaux, il est essentiel d'être prévenu qu'il n'y a aucune loi ni ordonnance qui l'ayent autorisée, ni même fixé ce qu'on doit entendre par un pouce d'eau. Cependant il paroît que cette mesure est assez importante pour mériter l'attention des Magistrats, afin de prévenir les difficultés qui peuvent naître entre ceux qui sont chargés de la distribution des eaux publiques, & les personnes à qui il en est dû de droit, ou qui veulent en acquerir; toutes les autres mesures sont déterminées sans que personne ose les augmenter ou les altérer, ayant leur matrice déposée au greffe, pour en faire de tems en tems le contrôle.

Le pouce d'eau n'étant point déterminé, il arrive que dans la distribution des eaux publiques, qui se fait sans avoir égard au tems de leur écoulement, ni à leur quantité réelle par rapport à une mesure connue: ceux qui en disposent ne peuvent sçavoir exactement ce qu'ils en donnent aux concessionaires, ni ces derniers ce qu'ils en reçoivent, parce que la hauteur du niveau de l'eau dans chaque cuvette est arbitraire, eu égard à la situation des orifices ou jauges, par lesquels l'eau coule dans les bassinets, & parce que ces jauges qui sont presque toutes de différentes grandeurs, ne donnent point effectivement des quantités d'eau proportionnées aux quarrés de leur diametre. Car de deux jauges, l'une de 6 & l'autre de 3 lignes de diametre, il n'arrive pas que la premiere donne 36, & la seconde 9 lignes d'eau, ni même que la dépense de celle-ci soit le quart de l'autre, comme on en va juger.

*De quelle maniere l'on distribue dans Paris, l'eau des Fontaines publiques.*

*Inconvéniens de la Méthode qui est en usage à cet égard.*

1395. Pour ne parler que de ce qui se pratique à Paris dans la distribution des eaux des fontaines publiques, qui sont les seules que j'ai été à portée d'examiner sérieusement, l'on sçaura qu'aux cuvettes qui m'ont paru les mieux conditionnées, l'on a tracé une ligne horisontale qui regne tout autour de la languette des jauges, à une distance de 5 ou 6 pouces du fond; car elle n'est pas la même dans toutes les cuvettes, & que c'est sur cette ligne que se rencontre le centre des orifices ou jauges circulaires, qui déterminent la quantité d'eau que reçoivent les bassinets qui leur répondent. A l'égard de la grandeur des mêmes jauges, elles peuvent avoir depuis 12 jusqu'à une ligne & demi de diametre, toutes les autres intermédiaires que la Ville a adopté pour le choix des concessionaires ayant leur diametre dans l'ordre des termes de la progression suivante,

ſuivante, que j'ai accompagnée du nombre de lignes d'eau, qu'on eſtime que toutes ces jauges doivent donner continuellement.

*Diamétre des Jauges.*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 11½ | 11 | 10½ | 10 | 9½ | 9 | 8½ | 8 | 7½ | 7 | 6½ | 6 | 5½ | 5 | 4½ | 4 | 3½ | 3 | 2½ | 2 | 1½ |

*Dépenſe des mêmes Jauges en lignes d'eau.*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 144 | 132 | 121 | 110 | 100 | 90 | 81 | 72 | 64 | 56 | 49 | 42 | 36 | 30 | 25 | 20 | 16 | 12 | 9 | 6 | 4 | 2 |

Il faut être prévenu auſſi qu'entre la languette de jauge & celle de *câlme*, il y a dans le fond de la cuvette un tuyau adapté à un boiſſeau, dans lequel s'encaſtre un vaſe ou entonnoir poſtiche, recevant la décharge de ſuperficie (1382) qui va ſe rendre dans le réſervoir qui êſt ménagé dans la fontaine où eſt cette cuvette. Or comme la hauteur du bord ſupérieur de cet entonnoir, au-deſſus du fond de la cuvette n'eſt pas limitée, il arrive que celle du niveau de l'eau ne l'eſt pas non plus par rapport au centre des jauges, & que par conſéquent la charge n'étant point la même dans toutes les cuvettes, les jauges des unes doivent dépenſer plus ou moins que celle des autres, & ſervir plus ou moins avantageuſement les conceſſionaires de différens quartiers. Mais ſuppoſons que pour remédier à cet inconvénient l'on diſpoſe les choſes de façon que dans toutes les cuvettes la charge de l'eau ſoit uniforme, il reſtera toujours à ſçavoir à quelle diſtance le niveau de l'eau doit être du centre des orifices, pour que la dépenſe, qui ſe fera par celui d'un pouce de diamétre, ſoit effectivement d'un pouce d'eau; mais comment déterminer ce point, puiſque la valeur du pouce d'eau ne l'eſt pas?

1396. Il eſt naturel de penſer que ſi Meſſieurs les Prevôt des Marchands & Echevins de la Ville de Paris avoient à aſſigner une valeur au pouce d'eau, relativement à la durée d'une minute & à une meſure d'uſage, ils ne pourroient mieux faire que d'adopter celle que M. Mariotte leur a donné, comme étant déja connue; mais c'eſt dommage que cette valeur du pouce ne ſoit point du tout commode pour évaluer & vérifier les petites jauges, parce que le nombre 14 n'eſt point aliquote du pouce d'eau diviſé en 144 lignes, mais il le feroit s'il valloit 18 pintes. Alors une ligne d'eau vaudroit un poinçon ou la huitiéme partie de la pinte de Paris, au lieu que nous ne connoiſſons point de meſure qui ſoit exactement la 144[e] partie de 14 pintes: pour cela M. Mariotte

*Le pouce d'eau eſtimé de 14 pintes n'eſt pas commode pour les petites jauges.*

*Quelle eſt la valeur qui lui conviendroit le mieux.*

n'avoit, dans son expérience, qu'à augmenter un peu la charge de l'eau, en cherchant de combien de lignes son niveau devoit surmonter le centre de l'orifice pour dépenser 18 pintes en une minute. D'ailleurs, comme on ne fait point de concession pour une seule ligne d'eau, & que l'on n'en donne gueres moins de quatre, je ne vois pas la nécessité de diviser le pouce en 144 lignes, il seroit bien plus commode que cette division ne fût que de 36; alors une ligne en valant 4 des anciennes, sera vendue le quadruple, & pourra se rapporter plus aisément à une mesure d'usage.

*Inconvéniens de changer la valeur du pouce d'eau.*

1397. S'il s'agissoit d'établir pour la premiere fois des fontaines dans une Ville dont les eaux seroient à la disposition des Magistrats, il conviendroit qu'ils assignassent au pouce d'eau une valeur qui fût aussi commode qu'il est possible dans ses divisions, relativement à celle d'une autre mesure connue; mais lorsque les choses se trouvent établies par un long usage, l'on rencontre souvent plus d'inconvéniens pour les reformer, qu'il n'en résulteroit d'avantages; & voilà, ce me semble, le cas où se trouvent Messieurs de la Ville de Paris. Car quoique la valeur de leur pouce d'eau ne paroisse pas déterminée, il faut pourtant convenir que n'étant autre chose que celui des anciens Fontainiers, la valeur que lui a donné M. Mariotte approche plus qu'aucune autre de celle qui peut lui convenir, parce qu'il n'y a point de doute, que quand on a commencé à se servir de cette mesure pour jauger l'eau des Fontaines publiques, l'on n'ait eu pour objet de laisser sortir l'eau continuellement à gueule bée par un trou vertical d'un pouce de diamétre, suffisant pour cela que son niveau surmontât tant soit peu le bord supérieur de l'orifice; & c'est ce qu'a fait M. Mariotte en le fixant à une distance de 7 lignes du centre. Que si l'on remarque à Paris un grand nombre de Fontaines où l'eau soit entretenue à une plus grande hauteur, cela vient de ce que la source en fournit plus que les jauges n'en devroient dépenser naturellement, ou que la décharge de superficie est trop haute, & ne reçoit pas le superflu qui devroit tourner au profit du Public. Ainsi, fondé sur plusieurs autres remarques qui seroient trop longues à rapporter, je présume avec beaucoup de vrai-semblance, que dans les fontaines, le niveau de l'eau devroit toujours être entretenu à 7 lignes au dessus du centre des jauges, alors le pouce sur lequel on compte, vaudra environ 14 pintes. Les choses étant ainsi, l'on ne pourroit en augmenter ou diminuer la valeur sans de grandes difficultés, parce qu'il faudroit, pour continuer à donner aux concessionaires la même quantité d'eau qu'ils ont tou-

jours eu, renouveller leur Contrat d'acquisition pour les mettre sous des expressions différentes.

1398. Supposant que la valeur du pouce d'eau soit fixée à 14 pintes de Paris, écoulées dans une minute, pour que le niveau EF de l'eau soit entretenu à 7 lignes au-dessus de la ligne CD, sur laquelle se trouve le centre des jauges I, K, L, M, N, O, P, Q, leur diamétre allant de suite en progression arithmétique depuis 12 jusqu'à 2 lignes, chacune pratiquée dans la languette qui répond à son bassinet. Il ne s'ensuivra pas que la répartition de l'eau se fasse exactement, parce que les dépenses de ces jauges, ou la somme des différentes vitesses de leurs filets d'eau, & les déchets causés par les frottemens, ne feront point dans la raison des quarrés de leur diamétre, (491) le raisonnement confirmé par l'expérience faisant voir que les petits orifices donnent beaucoup moins que les grands, à proportion de leur superficie.

*Les dépenses des jauges circulaires ne sont pas dans la raison des quarrés de leur diamétre.* PLAN. 3. FIG. 2.

Si le niveau EF de l'eau étoit toujours entretenu à la même hauteur, l'on pourroit, après avoir pratiqué dans une languette un orifice d'une grandeur déterminée, eu égard à ce qu'on veut qu'il dépense, l'augmenter tant soit peu pour arriver par dégré à la grandeur qui lui convient, suppléer aux frottemens, & faire que la dépense effective égale la dépense naturelle; & par des expériences exactes, trouver le diamétre qui convient aux grandes & petes jauges, pour qu'elles dépensent précisément la quantité d'eau qu'on veut qu'elles fournissent, là-dessus établir un instrument qui serviroit à déterminer le calibre de toutes les jauges, pourvû que les languettes ayent la même épaisseur que celle qui aura servi aux expériences, n'y ayant point de doute que les plus épaisses causent plus de frottement, par conséquent plus de déchet & au contraire; c'est pourquoi il ne faut jamais faire de canons aux orifices, parce qu'ils retardent considérablement la vitesse de l'eau.

1399. Voilà sans doute le meilleur parti qu'on pourroit prendre, si comme je viens de le dire, le niveau de l'eau pouvoit être toujours entretenu à la même hauteur; mais c'est ce qui n'est gueres possible; car si les cuverres reçoivent des eaux de source, il arrivera dans les tems de sécheresse que leur niveau baissera insensiblement, & que si ces eaux sont élevées par une Machine composée de plusieurs équipages de pompes, sujettes à de fréquentes réparations, l'eau baissera tout-à-coup quand on sera obligé d'arrêter un ou plusieurs équipages; alors le niveau EF descendant jusqu'en GH, comme cela se rencontre souvent, il arrivera que les grandes jauges I, K, L, M, donneront toujours de l'eau, &

*Inconvéniens des jauges circulaires, dont les centres sont placés sur une même ligne horisontale.*

d'autant plus qu'elles sont plus grandes, au lieu que les petites N, O, P, Q n'en donneront que fort peu, & les moindres point du tout, parce qu'elles se trouveront au-dessus du niveau de l'eau, d'où il résultera de justes plaintes de la part des concessionaires, les uns se trouvant avoir de l'eau & les autres en manquer, sans que ceux qui sont chargés de la distribuer puissent y mettre ordre.

Si cet inconvénient n'arrivoit que rarement, & qu'il ne durât que deux ou trois heures, c'est-à-dire, autant de tems qu'il en faut pour faire à la Machine les réparations les plus pressées, on pourroit n'y avoir point égard; mais dans les grandes sécheresses, qui durent quelquefois trois ou quatre mois, c'est alors que la répartition des eaux est d'une inégalité qui n'est pas supportable, soit qu'elles viennent de la part de la riviere ou des sources.

*De quelque maniere que l'on situe les jauges circulaires, leurs dépenses ne seront jamais proportionnées aux quarrés de leur diametre.*

1400. On pensera peut-être que pour rendre en tout tems les dépenses des petites jauges plus proportionnées à celles des grandes, il n'y auroit qu'à les faire appuyer toutes sur une même ligne horisontale R S, distante de 13 lignes du niveau déterminé E F; mais quand ce niveau viendra à baisser, comme ci-devant, à la hauteur GH, il arrivera tout le contraire de ce qui précéde, c'est-à-dire, que plusieurs des petites jauges dépenseront l'eau à gueule bée, tandis que les plus grandes ne fourniront pas seulement la moitié de ce qu'elles doivent donner. Il suit de-là que tant qu'on se servira d'orifices circulaires pour des cuvettes où le niveau sera sujet à varier; il ne sera pas possible d'en faire judicieusement la répartition; il s'agit donc de sçavoir quelle figure peut leur convenir le mieux pour remédier à un inconvénient de cette importance.

*La seule maniere de bien faire les jauges, est de leur donner une figure rectangulaire.*

1401. Après y avoir long-tems refléchi, je n'ai point trouvé de meilleur moyen pour bien distribuer les eaux, que de faire les orifices ou jauges rectangulaires, leur donner la même hauteur, & placer leurs bases sur une même ligne horisontale E F, parce qu'alors les dépenses de toutes ces jauges seront toujours dans la raison de leur base, à quelque hauteur que soit le niveau de l'eau; ainsi lorsqu'elle viendra subitement à baisser par les causes que nous venons d'exposer, la répartition se trouvera proportionnée pour chaque concessionaire, selon la diminution de la source; & si une Fontaine en entretient plusieurs autres, la dépense de ces dernieres se trouvera diminuée dans la même proportion, sans que les Fontainiers soient obligés de s'intriguer pour empêcher que de certains quartiers ne manquent d'eau, comme cela arrive quelquefois à Paris, par la mauvaise disposition des jauges, qui

est cause que la plûpart des Fontaines se trouvent les unes par rapport aux autres dans le même cas que les concessionaires, dont les uns ont de l'eau, tandis que les autres en manquent (1399).

*Quelle est la charge & les dimensions qu'il convient de donner à une jauge rectangulaire pour dépenser un pouce d'eau.*

1402. Pour déterminer les dimensions des jauges rectangulaires, eu égard à leur dépense, nous commencerons par celle d'un pouce, puisque toutes les autres en dérivent; pour cela je n'en connois point de plus commode que de faire un pertuis de 3 pouces ou de 36 lignes de base sur 4 de hauteur, dont la superficie est de 144 lignes quarrées, qui fourniront ensemble la dépense d'un pouce d'eau ou 14 pintes dans une minute, lorsque le niveau de l'eau sera entretenu à une ligne au-dessus du bord supérieur du pertuis, comme on en va juger.

*Preuve pour faire voir qu'un pertuis vertical de 3 pouces de base sur 4 lignes de hauteur dépensera un pouce d'eau lorsque son niveau sera un peu au-dessus du bord supérieur.*

*PLAN. 3. FIG. 3.*

1403. Le pouce d'eau pesant 28 ℔, & le pied cube 70, l'on connoîtra le volume d'un pouce d'eau, en disant si 70 ℔ donne 1728 pouces cubes pour son volume, que donneront 28 ℔? On trouvera $691\frac{1}{5}$ pouces cubes pour le volume de l'eau qui doit sortir par une jauge rectangulaire de 36 lignes de base sur 4 de hauteur, dont la superficie est d'un pouce quarré; ainsi divisant $691\frac{1}{5}$ pouces cubes par une superficie du pertuis, la vitesse moyenne de l'eau par minute (533) sera de $671\frac{1}{5}$ pouces courans, qu'il faut diviser par 60, pour avoir cette vitesse par seconde, qui se trouve de 11 pouces $\frac{31}{60}$. Que si l'on cherche dans la troisiéme Table du premier Volume, page 257, la chute capable d'une pareille vitesse, on la trouvera d'environ 2 lignes & un quart, qui montre que l'eau pourra sortir à gueule bée, puisque la chute se trouve un peu plus grande que la moitié de la hauteur du pertuis. Mais comme le frottement contre les bords ne manquera pas d'altérer sa vitesse, l'on voit qu'on ne peut pas donner moins d'une ligne de charge, il y a même beaucoup d'apparence qu'il en faudra davantage, & que cette charge pourra aller à 2 ou 3 lignes, ce qui ne peut être déterminé que par l'expérience; aussi je compte qu'on en fera pour fixer dans les cuvettes le niveau ordinaire EF de l'eau, par le moyen de la décharge de superficie (1395); il me suffit d'avoir prouvé qu'elle sortira à gueule bée quand elle dépensera un pouce, puisque la hauteur du pertuis n'est pas trop grande par rapport à sa base.

*Maniere de determiner la grandeur des jauges dont la dépense est moindre que celle d'un pouce.*

1404. Présentement, quand on voudra avoir des jauges dont la dépense soit au-dessous de celle d'un pouce d'eau, comme, par exemple, de 36 lignes, il n'y aura qu'à leur donner 9 lignes de base en conservant toujours la hauteur de 4 lignes; ainsi des autres jusqu'à la jauge de la plus petite concession, qui sera ré-

duite à une ligne de base pour dépenser 4 lignes d'eau (1396); que si l'on en vouloit 6, on fera la base d'une ligne & demie. En un mot, il est clair qu'une ligne de base donnant 4 lignes d'eau, une demi-ligne n'en donnera que la moitié; ainsi voulant une jauge qui dépense 11 lignes d'eau, il faudroit donner à sa base $2\frac{1}{4}$ lignes.

*La grandeur des jauges ne peut être déterminée exactement que par des expériences.*

1405. Il faut convenir que de toutes les manieres de distribuer l'eau, celle-ci est la plus exacte & la plus commode; car, comme je l'ai déja dit, les dépenses seront toujours proportionnées aux bases des jauges à quelque hauteur que se rencontre le niveau GH de l'eau, lors même qu'elle ne coulera pas à gueule bée. Je sçai bien qu'en faisant leur base de la grandeur qu'il leur conviendra naturellement, les frottemens seront cause que leur dépense sera moindre que celle qu'elle devroit donner; mais il sera aisé d'y supléer en élargissant les jauges par degré, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à les rendre capables de ce qu'elles doivent produire, sans jamais toucher à leur hauteur.

Quand on passe de la théorie à la pratique, ce n'est jamais sans rencontrer des accidens qui ne peuvent être rectifiés que par la pratique même, aussi je compte qu'après avoir ébauché toutes les jauges dont on aura besoin, on fera des expériences pour déterminer leur véritable grandeur; que là-dessus on construira un instrument qui comprendra tous les calibres qui auront été déterminés par les mêmes expériences, & qu'on s'en servira pour pratiquer des jauges convenablement à leur dépense.

*Il faut que les petites jauges soient éloignées des grandes, pour que la dépense des premieres ne soit point altérée.*

1406. Comme les grandes jauges consomment beaucoup d'eau qui vient de toutes parts à l'endroit où il y a le plus de mouvement, il est essentiel d'observer que lorsqu'une petite jauge se trouve dans le voisinage d'une grande, cette derniere absorbe en partie l'eau qui auroit dû couler par l'autre qui se trouve mal servie, quoique la charge soit la même. Pour éviter cet inconvénient, il faut, autant que cela se peut, les éloigner, & même diviser les grandes en plusieurs autres plus petites, qui fournissent ensemble la même quantité d'eau. Par exemple, quand il sera question de faire couler dans un bassinet un ou plusieurs pouces d'eau, soit pour la fontaine où se fait la distribution, ou pour quelqu'autre que celle-ci doit entretenir, il faut faire le bassinet assez grand pour qu'un pouce d'eau puisse couler par quatre jauges de 9 lignes de base, placées de front; & lorsqu'il y en aura un grand nombre, il convient que le bassinet soit situé à un des côtés de la cuvette, où l'eau a le plus d'étendue, afin qu'il soit mieux fourni.

*Les jauges rectangulaires doivent être fermées avec des petites vannes à coulisse.*

1407. Quant à la maniere de fermer toutes ces jauges dans les occasions où il faudra interrompre le cours de l'eau, on fera des diaphragmes de feuilles de léton, qui se leveront verticalement, comme autant de petites vannes à coulisse, dont le jeu sera terminé par une faillie attachée sur la languette de jauge pour les mettre hors de prise.

PLAN. 3. FIG. 3.

Comme la dépense des jauges ne peut être proportionnée à leur superficie, qu'autant que les bases seront sur une même ligne horisontale CD, l'on voit la conséquence que le fond des cuvettes soit bien de niveau, établi assez solidement pour qu'aucun côté ne fléchisse jamais, crainte que la charge ne devienne plus forte en un endroit qu'à l'autre, c'est pourquoi il faut que ce fond soit formé de tables de plomb d'environ six lignes d'épaisseur.

*A quelle hauteur au-dessus du fond des cuvettes les jauges doivent être pratiquées.*

1408. La hauteur de la languette de jauge devant être de 8 pouces (1391), l'on observera que la ligne horisontale sur laquelle doivent regner les bases des jauges soit élevée de 5 pouces, afin de les éloigner de la vase que l'eau déposera au fond des cuvettes; alors il restera une bordure de 2 pouces 8 lignes au-dessus du sommet des jauges, qui retiendra l'eau, lorsque quelquefois l'air que renferme la conduite la fera jaillir avec impétuosité. Quant à l'épaisseur de cette languette, il faut qu'elle soit la même pour toutes les cuvettes, & égale à celle dont on se fera servi dans les expériences qui auront donné la véritable grandeur des jauges.

*Il faut dans les fontaines publiques établir les cuvettes à la plus grande hauteur qu'il est possible.*

1409. Lorsqu'on veut construire des fontaines publiques, il faut, avant que de déterminer la position des cuvettes, prendre de justes mesures pour les situer à la plus grande hauteur qu'il est possible, ensorte que celles qui recevront leurs eaux, immédiatement de la distribution générale, ne soient inférieures à la source, qu'autant qu'il convient, pour que l'eau qui coulera dans leurs conduites comme dans un siphon, puisse remonter en quantité suffisante; on aura la même attention pour la faire passer de ces premieres cuvettes à d'autres plus éloignées, & des secondes aux troisiémes, ainsi de suite, sans se mettre en peine si ces dernieres paroîtront beaucoup plus élevées qu'il ne faut, eu égard à la situation des quartiers où elles se trouveront placées, parce qu'on doit moins considérer l'état présent des choses que celui où elles pourront arriver. En effet, une Ville peut recevoir des agrandissemens & se trouver dans le cas d'établir des fontaines, bien au-delà des bornes que l'on s'étoit prescrites; alors si l'on n'a pas ménagé à l'eau toute la supériorité qu'on auroit pû lui donner, on mérite le blâme de la postérité d'avoir eu des vûes trop bornées.

Quand même ce que l'on a voulu prévoir n'auroit jamais lieu; où est l'inconvénient de se conformer à la maxime sur laquelle j'insiste ? Ne peut-il pas arriver que l'on soit obligé d'entretenir des réservoirs élevés dans des Hôtels considérables, Manufactures, Hôpitaux, &c. d'où il faudra la distribuer dans d'autres réservoirs destinés à différens usages, qui ne pourront avoir lieu qu'autant que le premier aura une certaine élévation au-dessus du rez-de-chaussée, ce qui dépendra nécessairement de celle de la source ?

*De quelle maniere l'on peut par des experiences trouver la véritable élévation des cuvettes, pour que la dépense effective soit égale à la depense naturelle.*

1410. Il ne suffit pas d'avoir fait voir qu'il falloit établir les cuvettes à la plus grande hauteur possible : il nous reste à expliquer de quelle maniere on trouvera le terme auquel l'eau peut remonter. Pour cela on commencera par faire des nivellemens exacts, afin de connoître l'élévation du niveau de la source, ou celle du fond des cuvettes du château d'eau au-dessus de l'endroit le plus bas où il faudra que l'eau passe dans le tuyau de conduite; ce qui déterminera la hauteur de la branche de *chasse*; choisir la grosseur qu'il conviendra le mieux de donner à la conduite, ensuite faire usage des regles que nous avons établis au commencement du second Chapitre de ce Livre, principalement dans l'article 1214, afin de trouver par le calcul le point d'élévation qu'on cherche, c'est-à-dire, la hauteur de la branche de *fuite*, qui n'est pas toujours celle du tuyau montant, parce qu'il peut se rencontrer en chemin des pentes & contre-pentes, qui feront que le pied de ce tuyau ne fera pas le point le plus bas de la conduite.

*Maniere de déterminer par le calcul l'élévation des cuvettes par rapport à celle de la source.*

1411. Comme l'eau n'arrivera jamais à sa destination en aussi grande quantité qu'on en doit avoir, parce que les frottemens, coudes, pentes & contre-pentes en retarderont beaucoup la vitesse; ce n'est que par l'expérience qu'on peut en estimer le déchet & juger de combien il faudra diminuer la hauteur de la branche de fuite. Ainsi le parti le plus sage & le plus infaillible, est de ne point asseoir le plancher sur lequel la cuvette doit être posée, qu'on n'ait d'abord établi la conduite & dressé le tuyau montant, pour y faire couler l'eau, afin, qu'en diminuant par degré son élévation, on parvienne à recevoir, non-seulement l'eau que la cuvette doit dépenser ordinairement, mais la plus grande quantité qu'on estimera pouvoir jamais y faire passer. Tandis que l'on fera cette opération, il faudra être informé si le niveau de l'eau se maintient à sa hauteur ordinaire dans l'endroit d'où elle part, afin de sçavoir si elle descend & remonte naturellement; après cela on sera en état de disposer pour le mieux l'intérieur de la cage de la Fontaine; & comme le point qu'on aura trouvé par le calcul,

pour

pour l'élévation de l'eau ne fera pas fort éloigné de celui qui peut rendre la dépenſe effective égale à la dépenſe naturelle, on pourra juger, même avant l'exécution, des ſuites de l'ouvrage que l'on veut entamer.

*Il eſt eſſentiel de faire les tuyaux de conduite plus gros qu'ils ne devroient être pour avoir égard aux nouvelles fontaines qu'on voudroit conſtruire dans la ſuite des tems.*

1412. Pour ne travailler que relativement aux différens projets qui pourront avoir lieu par la ſuite des tems, un point eſſentiel encore, eſt de faire toujours les tuyaux de conduite plus gros que ne le demandera la quantité d'eau qui doit y couler ordinairement; il ſeroit même à ſouhaiter que toutes les fontaines ſe communiquaſſent par de doubles conduites, pour avoir lieu l'une au défaut de l'autre dans le tems des réparations, & toutes deux enſemble, lorſque pour une incendie on voudra faire paſſer dans un quartier beaucoup plus d'eau que de coutume; alors les choſes une fois bien établies, le Public en tireroit de grands ſecours, ſur-tout dès qu'on prendra les autres précautions que j'expliquerai par la ſuite. Au reſte, pour ne rien négliger de ce qui peut appartenir à l'intérieur des fontaines; voici quelques obſervations ſur la conſtruction des reſervoirs.

*Maniere de bien conſtruire les réſervoirs deſtinés aux fontaines publiques.*

1413. Pour conſtruire un bon reſervoir, il faut que les tables de plomb qui ſerviront à le former ſoient forgées près à prés à la maſſe, de maniere à ne pouvoir compter les impreſſions du marteau; & comme cela ne ſe peut faire ſans rouler & dérouler ces tables, cette façon eſt extrêmement néceſſaire pour fermer les gerſures par leſquelles l'eau pourroit filtrer: il eſt arrivé pluſieurs fois que faute d'avoir pris cette précaution, on s'eſt trouvé dans la fâcheuſe néceſſité de détruire des reſervoirs peu de tems après leur conſtruction.

L'épaiſſeur des tables dont nous parlons, doit être d'environ deux lignes & demi, peſant 14 ℔ le pied quarré; & comme on peut leur donner juſqu'à 16 pieds de longueur ſur 4 de largeur, il faut les employer dans toutes leurs étendues, de maniere qu'il n'y ait que le moins de jonction qu'il eſt poſſible, parce que c'eſt preſque toujours à l'endroit des ſoudures que naiſſent les fautes; c'eſt pourquoi lorſque 4 pieds de profondeur ſuffiront à un reſervoir, il convient d'employer les tables bout à bout, pour faire une ceinture qui en formera le pourtour; mais lorſque la profondeur ſera plus grande, il faudra les diſpoſer verticalement par bandes, en commençant par le bord ſuperieur, & replier ce qui reſtera de leur longueur pour former une partie du fond.

1414. Il faut bien ſe garder de revêtir de madriers ou de ma- *Les réſer-*

*voirs qui sont soutenus en l'air doivent être isolés & entretenus par une carcasse de charpente.*

çonnerie ces sortes de reservoirs, on doit se contenter d'en soutenir le fond & la hauteur par une carcasse de charpente, solidement assemblée; le pourtour composé de potteaux, distans de 4 ou 5 pouces les uns des autres, afin d'appercevoir les fautes, les réparer sans tâtonner, & n'être pas la dupe des Plombiers, qui ne cherchent qu'à employer leur soudure. Quand ces tables seront posées verticalement, il faut que la soudure qui en fait la jonction soit appuyée contre les poteaux; c'est pourquoi il convient, avant que de les établir, de regler leur distance, relativement à la largeur de ces tables, qui doit être la plus grande qu'il est possible; observant de faire saillir en dedans du réservoir l'arrête des 4 poteaux des angles & celles du chassis de fond, afin que ces arrêtes rabattues soutiennent les jonctions qui leur répondent, qui ne doivent jamais porter à faux, parce qu'elles ne tarderoient gueres à se détacher, si rien ne les aidoit à soutenir la poussée de l'eau. L'on observera aussi que les angles & le fond soient bien arrondis, parce que les Plombiers ne pouvant assez ployer ni assujettir leur plomb à angles droits, il résulte un vuide entre le plomb & le bois, qui fait que ce premier se déchire par l'action de la poussée de l'eau.

Je ne dis rien des équerres de fer qui doivent fortifier les angles, ni des tirans qu'il faudra employer pour soutenir les faces opposées lorsque les réservoirs auront beaucoup d'étendue, laissant à la discrétion de ceux qui les feront construire, de prendre toutes les précautions nécessaires pour prévenir les accidens.

Cette maniere de contenir les réservoirs est bien meilleure que d'y employer du fer, parce qu'à moins que les barreaux ne soient près à près, le poids de l'eau fait souffler le plomb entre-deux, qui ne peut fléchir sans se couper contre leurs arrêtes. Il est essentiel que ces réservoirs soient isolés, & qu'on puisse manœuvrer librement autour; il faut même, autant que cela se peut, les élever assez pour découvrir le dessous du fond, afin d'appercevoir les endroits par où l'eau se perdra; c'est ce qui n'est point pratiquable, quand ils sont renfermés dans une caisse, ou enveloppé de maçonnerie.

*Fabrique des tuyaux de plomb, & leur préference à ceux de fer, lorsqu'ils sont employés sous le pavé des rues.*

1415. Tous les tuyaux qu'on employe à Paris sont de plomb, enterrés à 3 pieds de profondeur au-dessous du rez-de-chaussée des rues, & on ne se sert plus de ceux de fer coulé, parce que l'on a reconnu qu'ils ne résistoient pas à la charge des voitures, qui les cassoient fréquemment, sans pouvoir tirer aucun parti des morceaux, au lieu que le plomb étant d'une matiere moins aigre, fléchit lorsqu'il ne peut soutenir des fardeaux extraordinaires. Comme il y a plusieurs choses essentielles dont il faut être instruit pour fai-

re un bon uſage des tuyaux de cette eſpece, je vais expoſer en peu de mots ce qu'il importe le plus de ſçavoir ſur ce ſujet.

Pour faire de bonnes conduites, il ne faut point employer de plomb provenant des démolitions de vieux bâtimens, à moins de le mêler par moitié avec celui d'Allemagne, & il en réſultera un bon alliage.

On ne doit point employer le plomb d'Angleterre ſeul, non plus que celui d'Allemagne, le premier étant trop aigre, & le ſecond trop flexible; mais les deux mêlés enſemble ſeront d'un fort bon uſage, ſi l'alliage eſt compoſé de trois quarts de plomb d'Angleterre, ſur un quart de celui d'Allemagne.

Les tuyaux de plomb ſe faiſoient autrefois avec des tables arrondies & ſoudées de long, emboëtées de 12 pieds en 12 pieds, & raccordées par des nœuds de ſoudure; mais depuis qu'on s'eſt aviſé de jetter les tuyaux en moule, on préfere ces derniers aux autres, l'uſage en ayant paru beaucoup meilleur; cependant la maniere dont on les fabrique ne les rend pas à beaucoup près auſſi bons qu'ils pourroient l'être, parce que les moules n'ayant que trois pieds & demi au plus de longueur, on eſt obligé de couler ces tuyaux à pluſieurs repriſes par des jets, dont les différens degrés de chaleur ne peuvent jamais former une auſſi bonne liaiſon que s'ils étoient coulés tout de ſuite avec des moules de 10 à 12 pieds de longueur, compoſés d'un bon métal qui ne pût ſe dépouiller par la chaleur, comme cela arrive quand on les fait de potain.

Les tuyaux doivent être placés le long des maiſons pour les éloigner de la route des voitures, & l'on obſervera de n'en brancher que le moins qu'on pourra, parce qu'ils rendent les fautes trop difficiles à découvrir; cependant dans les cas indiſpenſables, il faudra placer un robinet & un regard ſur une branche près de la priſe d'eau, afin d'en interrompre le cours quand il ſera néceſſaire.

*Il convient que les Villes ayent des moules en propre pour la conſtruction des tuyaux de plomb.*

1416. Comme la mauvaiſe façon des tuyaux de plomb cauſe des réparations continuelles, le meilleur parti que peuvent prendre ceux à qui appartiennent les eaux, eſt d'avoir des moules en propre avec leſquels on feroit de bons tuyaux, qui auroient toujours les mêmes diamétres & les épaiſſeurs qui doivent leur convenir, eu égard à leur calibre & à leur charge, & qui ne pourroient plus manquer que par les nœuds de ſoudure, laquelle doit être compoſée de deux tiers d'étain ſur un tiers de plomb, au lieu que celle dont on ſe ſert pour le cuivre, doit être de trois quarts d'étain ſur un quart de plomb.

Il y auroit beaucoup de choſes à dire ſur la maniere d'employer

le plomb & de bien faire les nœuds de soudure que je passe malgré moi sous silence, pour ne point entrer dans des détails qui me meneroient trop loin. Je dirai seulement que la plomberie étant une profession qui n'est gueres connue que de ceux qui l'exercent, il convient d'éclairer de près les Ouvriers qu'on employera, & d'exiger des Maîtres une garantie de 4 ou 5 ans, qui justifie la bonté de leur ouvrage.

Voici les diamétres, les épaisseurs & le poids par toises des différens tuyaux de plomb qu'on employe à Paris pour la conduite des eaux.

Les plus grosses conduites qui partent de la distribution générale ont 6 pouces de diamétre sur 7 lignes d'épaisseur, & la toise pese autour de . . . . 400 ℔.

Les tuyaux de 4 pouces de diamétre ont 6 lignes d'épaisseur, & la toise pese . . . . . 190

Ceux de 3 pouces ont 5 lignes d'épaisseur, & la toise pese . . . . . . . 180

Ceux de 2 pouces ont 4 lignes d'épaisseur, & la toise pese . . . . . . . . 72

Ceux de $1\frac{1}{2}$ pouces ont 3 lignes d'épaisseur, & la toise pese . . . . . . . . 58

Ceux de 1 pouce ont $2\frac{1}{2}$ lignes d'épaisseur, & la toise pese . . . . . . 35

Tous les petits tuyaux peuvent avoir jusqu'à 18 pieds de longueur, mais les gros n'en peuvent gueres avoir que 12, parce que s'ils en avoient davantage, leur poids les rendroient d'une trop difficile exécution, & l'on auroit peine à les asseoir dans les tranchées; ils s'emboëtent les uns dans les autres & se lient par des nœuds de soudure. A Paris, le prix de la livre est de six sols, indiffétemment pour tous les calibres précédens.

Quant à la quantité de soudure que l'on employe pour lier ces tuyaux selon leurs calibres, il faut pour ceux de 6 pouces de diamétre 15 livres de soudure par nœud; pour ceux de 4, 10 ℔; pour ceux de 3, 8 ℔; pour ceux de 2, 6 ℔; pour ceux d'un pouce & demi, 4 ℔; & pour ceux d'un pouce, 3 ℔. A Paris, la livre de soudure vaut 18 sols.

*De 50 toises en 50 toises il faut faire des regards, robinets &*

1417. Pour épargner les longues recherches qu'il faut faire le long des conduites quand on veut découvrir les fautes par où l'eau se perd, il convient d'avoir des robinets placés dans des regards, auxquels l'on donne quatre pieds en quarré sur 6 de profondeur; ces regards doivent répondre à un puisard de 3 pieds de diamé-

tre, creusé jusqu'à l'eau, placé à droite ou à gauche de la conduite à une distance de 8 ou 10 pieds pour recevoir les eaux, lorsqu'on voudra mettre la conduite en décharge, afin de pouvoir la nettoyer & l'éprouver. Il est bon d'observer que les regards qui sont accompagnés de puisards doivent être placés dans les plus basses parties de la conduite. *puisards le long des conduites.*

On jugera de la forme des robinets qui se placent dans les regards, en considérant les développemens représentés par les Figures 6, 7, 8, 9 & 10; la septiéme & la huitiéme montrent que le boisseau A est accompagné de trois branches B, C, D dont la premiere & la seconde se trouvent dans l'alignement du tuyau avec lequel elles sont encastrées & soudées bout à bout, de façon que la premiere B, qu'on suppose du côté de la source, reçoit le tuyau, & l'autre C entre dedans, afin que l'eau dans son cours ne rencontre point d'arrêts qui retardent sa vitesse, & qui pourroient donner lieu à des engorgemens. PLAN. 3. FIG. 6. 7.8.9. & 10.

Quant à la troisiéme branche D, elle est faite en bec de corbin pour que l'eau jaillisse de haut en-bas dans le fond du regard sur une pierre taillée en caniveau, qui aboutit au puisard. Les Figures 6 & 9 expriment l'élévation & le plan de la clef du même robinet, percée de maniere qu'on peut, en la tournant de différens sens, interrompre le cours de l'eau, mettre en décharge tels côtés de la conduite que l'on veut, & même tous deux à la fois, si on le juge néceſſaire : cette clef est liée avec son boisseau par une rondelle, soutenue d'une clavette; il faut que la grosseur des robinets soit proportionnée à celle des tuyaux, afin qu'ils ne rétrecissent point le passage de l'eau qui doit couler par tout librement; & lorsqu'en se conformant à cette maxime, ils deviennent trop matériels pour pouvoir être tournés à la main, on termine leur sommet par une tête quarrée qui s'emboëte avec deux clefs de fer enclavées l'une sur l'autre, dont la seconde aboutit à un levier que la puissance fait tourner, comme on le voit représenté dans la quatorziéme Figure. PLAN. 3. FIG. 14.

1418. Lorsqu'on ignore l'endroit où une conduite perd l'eau, on ouvre le regard le plus prochain de la source, on en ferme le robinet, ensuite l'on va à la fontaine qui donne l'eau à cette conduite, pour voir ce qui se passe dans le bassinet qui lui répond. Si l'on s'apperçoit que l'eau descende dans son tuyau, c'est une marque que la faute que l'on cherche est entre la fontaine & le premier regard. Si au contraire le tuyau descendant refuse l'eau, c'est une preuve que la faute est plus loin; alors on ouvre le robinet *Maniere de découvrir les fautes des conduites, lorsqu'ils n'en paroit pas des signes exterieurs.*

du premier regard, pour rendre à l'eau la liberté de couler, & l'on ferme celui qui répond au regard, qui eſt immédiatement après; l'on revient à la cuvette faire les mêmes obſervations, & ſi le tuyau deſcendant refuſe l'eau comme auparavant, c'eſt une marque que la faute eſt encore plus loin : en continuant de même d'un regard à l'autre, on parvient à ſçavoir dans quelle étendue ſe trouve compriſe la faute que l'on découvre, en faiſant des fouilles entre les deux regards; ce qui rend l'ouvrage d'autant plus long & plus pénible, que ces regards ſe trouvent à une plus grande diſtance l'un de l'autre; ainſi l'on voit combien il importe de ne point en épargner le nombre pour éviter le renverſement du pavé, & la longueur du tems qu'on employe à des recherches inutiles, pendant lequel l'eau ceſſe d'aller à ſa deſtination.

*Quand les tuyaux de conduite ſuivent des pentes & contrepentes, il les faut accompagner de ventouſes.*

1419. Lorſque les conduites regnent le long d'une ſuite de pentes & contrepentes, il ne ſuffit pas de pratiquer des regards & robinets dans les lieux bas pour mettre les eaux en décharge, il faut encore les accompagner de ventouſes (1371) élevées de 2 ou 3 pieds plus haut que le niveau de la deſtination de l'eau par où l'air puiſſe s'échapper, lorſqu'après quelques réparations, on remettra les eaux en voye; autrement il y aura toujours des endroits où l'air ſe cantonnant, retardera le paſſage de l'eau (1272) & cauſera même la rupture des conduites, s'ils ſe rencontre, comme cela arrive ſouvent, des parties plus foibles que d'autres, parce que quand l'eau deſcendra de la ſource avec précipitation pour les remplir, elle condenſera cet air, dont le reſſort venant enſuite à ſe débander ſubitement, fera un effort beaucoup au-deſſus de la charge que les conduites ſont en état de ſoutenir, ce qui eſt aiſé à concevoir pour peu qu'on y penſe. Il faut que ces ventouſes ſoient placées au ſommet des pentes & contrepentes, & pour les mettre hors d'atteinte qu'elles ſoient enclavées dans les pignons des maiſons qui ſe trouveront les plus à portée.

*Indépendamment des regards qu'il faut pratiquer dans les lieux bas, il convient d'en avoir auſſi au ſommet des pentes d'où l'on puiſſe tirer de*

1420. Dans les grandes Villes où il y a beaucoup de fontaines publiques, & où il ſe rencontre par conſéquent des tuyaux de conduite ſous le pavé des principales rues, il eſt extrêmement avantageux d'avoir des regards & des robinets au ſommet de toutes les pentes d'où l'on puiſſe, en cas d'incendie, faire couler l'eau en abondance dans différens quartiers, comme on vient de l'exécuter à Paris, moyennant un robinet & une tige repréſentés dans la treiziéme figure, dont voici la deſcription.

Suppoſant que le cercle A exprime le profil d'un tuyau de conduite auquel l'on a adapté un robinet BC placé dans un regard,

*l'eau pour éteindre les incendies.* PLAN. 3. FIG. 13.

l'on sçaura que l'extrémité C, qui est taillé en vis, se ferme ordinairement avec une boëte L pour que les ordures n'y entrent pas, & que cette extrémité s'ajuste quand on veut avec un écrou D pratiqué au pied d'une tige D E F faite de cuivre, ayant trois pouces de diamétre sur une hauteur de 4 pieds, pour que son sommet excede de 18 pouces le rez-de-chaussée. Cette tige est composée de deux pieces F E, & E D encastrées ensemble à l'endroit E, comme un sucrier avec son couvercle, afin de pouvoir tourner en tout sens la partie supérieure FE, & répandre l'eau sur la pente qui répond à l'incendie après avoir ouvert le robinet; & pour mieux diriger l'eau, l'extrémité G de la tige s'ajuste avec un canon I, qui peut recevoir au besoin un tuyau de cuir H, dont nous avons supprimé la longueur, ce tuyau sert pour passer des hauteurs que l'eau ne sçauroit affranchir, ou pour la conduire immédiatement dans les cuves destinées au service des pompes, lorsque l'incendie est assez à portée, autrement elle sort par l'ajutage K, dont le canon est accompagné, & suit naturellement la pente du pavé jusqu'au trou qu'on a creusé en terre pour la recevoir. Le robinet BC ne pouvant être adapté qu'à de gros tuyaux, & même peu solidement; la figure onziéme en représente un autre beaucoup plus commode, & qui ne peut faire obstacle comme le précédent au cours ordinaire de l'eau; d'ailleurs, comme la clef de ce dernier a les mêmes propriétés que celle que nous avons décrite dans l'article 1417, l'on peut, sans aucune sujetion, empêcher que l'eau ne passe au-delà du regard, & l'obliger à sortir toute par la tige, au lieu qu'avec le premier robinet il faut, pour arrêter le cours de l'eau, en aller fermer un autre au-dessous du précédent.

FIG. 11. & 12.

*Ordre que l'on doit observer pour faire un bon usage des regards & robinets destinés aux incendies.*

1421. Comme les regards dont nous parlons, n'ont rien de commun avec ceux qui servent à mettre les conduites en décharge, il faut les fermer par des trapes ferrées de maniere qu'on les distingue aisément des autres, avoir une liste de leurs emplacemens avec le nom des rues qu'ils peuvent arroser, afin que dans le moment que l'incendie commence, l'on sçache d'où l'on peut tirer du secours; alors ceux qui ont la direction des eaux doivent se rendre aux fontaines qui répondent aux conduites des regards précédens, afin d'y faire passer la plus grande quantité d'eau qu'il est possible, en arrêtant le cours des autres destinations, & si les jauges des bassinets de ces conduites ne suffisent pas, on peut y suppléer par des siphons qui feront passer l'eau des cuvettes dans les mêmes bassinets; enfin l'on doit fermer tous les robinets des

branches qui pourroient répondre à la conduite principale, pour empêcher que l'eau ne se partage.

*Les réservoirs qui sont dans les maisons des concessionaires, peuvent être d'un grand secours pour éteindre les incendies.*

1422. L'on tireroit encore beaucoup de secours des réservoirs qui sont chez les cessionaires, si on ne leur accordoit de l'eau qu'à condition qu'ils auront un tuyau fermé par un robinet pour la conduire dans la rue à 3 pieds au-dessus du rez-de-chaussée, afin d'y avoir recours dans les occasions qui intéresseroient essentiellement le Public. Alors quand ces réservoirs se trouveront à portée d'un incendie, non-seulement on profitera de l'eau qui pourra s'y trouver, mais on aura encore la facilité de les entretenir plein, en faisant passer dans leur conduite autant d'eau qu'elles en pourront soutenir; c'est pourquoi il faudroit obliger les concessionaires à ne point se servir de tuyaux qui n'ayent au moins 2 pouces de diamétre. Il est de la sagesse des Magistrats de n'accorder des graces aux particuliers que relativement au bien public, qui doit toujours faire leur principal objet.

*A Paris les eaux sont divisées en deux départemens séparés, l'un pour celles des maisons Royales, & l'autre pour celles du Public.*

1423. A Paris, la conduite des eaux est divisée en deux départemens séparés, le premier qui appartient au grand Fontainier de France, embrasse généralement les eaux réservées pour les maisons Royales, & les fonds destinés à l'entretien de ces eaux, sont pris sur le Domaine du Roi. Le second, qui comprend tout ce qui a rapport aux fontaines publiques & concessions qui en dépendent, est de la Jurisdiction de Messieurs les Prevôt des Marchands & Echevins; c'est à eux seuls, comme dispensateurs des deniers communs de la Ville, qu'il appartient d'ordonner l'exécution des ouvrages nécessaires pour la conduite des eaux, & de voir si tout se passe dans l'ordre, suivant les réglemens de Police qu'ils ont établis, pour que la distribution des eaux ne soit point interrompue, & se fasse judicieusement. Pour juger par eux-mêmes si ceux qui leur sont subordonnés, s'acquittent exactement de leurs devoirs, ils vont visiter souvent les machines, fontaines, regards & cuvettes où il y a des distributions publiques & particulieres, & constater les réparations ou les nouveaux projets qu'ils ont en vûe.

Comme il y a toute apparence que les grands desseins qu'ils ont formés, ne tarderont point à être mis en exécution; l'on a lieu d'espérer de voir un jour Paris égaler l'ancienne Rome, par la magnificence de ses eaux. Qu'il est glorieux à des Magistrats de mériter le titre flateur de pere du peuple, en manifestant la sagesse de leur administration par des monumens qui annoncent à la postérité l'étendue de leur zele, pour tout ce qui intéresse les besoins & les commodités publiques!

1424. Si les eaux publiques méritent une attention particuliere, il faut auſſi que ceux qui ſont commis pour en faire la diſtribution, animés du même eſprit, ſoient uniquement occupés à remplir dignement leurs fonctions. Rien ne leur doit être indifférent, cette partie de l'Architecture Hydraulique préſentant tous les jours de nouveaux ſujets de réflexion, dont ils peuvent tirer de grands avantages. Quand on eſt appliqué aux devoirs de ſon état, on profite de tous les événemens, & même de ſes fautes.

*Maximes générales ſur ce qui peut appartenir à la conduite des eaux publiques.*

Il convient d'avoir un plan exact de la Ville pour y diſtinguer le chemin que tiendront les conduites, l'emplacement des fontaines, regards, puiſarts, robinets, ventouſes, & que ce plan ſoit accompagné d'une légende qui explique tout diſtinctement, avec un nivellement général qui donne non-ſeulement la ſupériorité des cuvettes les unes à l'égard des autres, mais auſſi la hauteur des pentes & contre-pentes des rues, afin d'être inſtruit dans le moment de tout ce qui peut intéreſſer.

Il faut bien de la prudence pour diſtribuer les eaux avec économie ſelon l'étendue & les beſoins des quartiers; étant naturel d'en faire paſſer davantage aux fontaines qui ſont éloignées de la riviere, & dans les marchés afin de les laver. Que ſi on travaille ſur une conduite qui interrompe le cours de l'eau à ſa deſtination ordinaire, il convient d'augmenter la dépenſe des fontaines qui ſont le plus à portée de dédommager le quartier qui en manque; & on doit obſerver auſſi dans le tems que les eaux ſeront conſidérablement diminuées, ſoit par de grandes ſécheresſes, ou par l'interruption des machines, d'en ſuſpendre le cours aux conceſſionaires pour les tourner entierement au profit du Public. La Ville de Paris a été autoriſée d'en uſer ainſi par un Arrêt du Conſeil du Roi rendu le 26 Novembre 1666, ſans que cet Arrêt faſſe mention du terme où l'eau leur ſera rendue.

On doit avoir ſoin de vuider les conduites, cuvettes, & réſervoirs à la veille des grandes gelées, pour prévenir les dommages qu'elles pourroient cauſer, & de ne jamais remettre les eaux en voye ſans ouvrir les robinets pour laiſſe réchaper l'air. Il convient auſſi de ménager les réparations, de maniere qu'on ne ſuſpende point le cours des eaux pour une ſeule affaire, à moins qu'elle ne ſoit conſidérable, & prendre ſi bien ſes meſures, qu'on puiſſe profiter de l'occaſion pour exécuter, ou rétablir les différens objets qui ont quelque rapport entre eux.

Il importe extrêmement d'être bien inſtruit des qualités & façons de toutes les matieres qu'il faudra mettre en œuvre, afin de

pouvoir en faire un bon choix, & de les employer de la maniere la plus avantageuse, en conduisant les Ouvriers sans se reposer sur eux de l'exécution des ouvrages qui mériteront quelque attention. Que si ces ouvrages ne sont point ordinaires, il faut en communiquer le projet à d'habiles gens pour profiter de leurs lumieres; & n'en point trop prendre sur soi, en considérant qu'il est des fautes irréparables.

*Il est peu de gens capables de bien diriger les Ouvrages qui ont rapport aux eaux publiques.*

1425. Il y a peu de gens capables de bien faire exécuter les travaux de cette espece; cependant comme ils sont d'une extrême importance; c'est aux Magistrats à n'employer que des personnes intelligentes, prévenues de bons principes de théorie & de pratique, ces sortes d'emplois ne devant point s'acquérir par la finance, & encore moins par la faveur. Un bon Fontainier n'est point un homme ordinaire; il est peu de commission qui demande plus de capacité & de prudence. Le juste discernement de Messieurs les Prevôt des Marchands & Echevins de la Ville de Paris, est bien marqué dans le choix qu'ils ont fait de M. Sirebeau, pour remplir dignement un poste aussi épineux. Les fréquens entretiens que j'ai eu avec lui sur les eaux, & la façon satisfaisante dont il dirige des ouvrages en différentes Provinces par le seul commerce de lettres, m'ont mis en état de juger de sa capacité & de ses talens; je lui rends volontiers ce témoignage, que c'est à lui seul à qui je suis redevable de toutes les connoissances qui me manquoient pour écrire ce Chapitre d'une maniere aussi instructive.

*Discours préliminaire sur la décoration des Fontaines publiques.*

1426. Il me reste à parler de la décoration qui peut convenir aux Fontaines publiques selon leur situation, mais comme ce sujet appartient entierement à l'Architecture civile, je m'y attacherai peu. J'aurois pourtant fort souhaité que Paris m'eût fourni quelques beaux morceaux, comme on en trouve dans la plûpart des Villes d'Italie, principalement à Rome; mais la décoration de nos Fontaines est si simple qu'excepté celle des Innocens, au coin de la rue aux fers, qui est vraiment digne d'admiration par la régularité de son Architecture, & la beauté de ses bas reliefs, on peut dire que toutes les autres n'ont rien qui les éleve au-dessus du médiocre. C'est pourquoi je n'en rapporte que trois, prises au hazard, qui pourront servir de modele lorsqu'on voudra user d'économie; cependant, pour ne point m'en tenir là, j'ai enrichi ce Chapitre de quelques nouveaux desseins de la composition de M. Blondel, connu par l'excellent Traité qu'il vient de donner au Public sur la décoration intérieure & extérieure des Edifices.

1427. Il n'y a guere que trois situations différentes qui puissent convenir aux fontaines publiques; la premiere est de les enclaver dans l'alignement des maisons d'une rue; la seconde, dans l'un des angles droits ou coins d'un carrefour, qui est le lieu le plus commode pour la distribution de l'eau, parce que quand il se trouve au sommet de la pente des rues, il peut servir de point de partage aux conduites qui partiroient de cette fontaine pour en entretenir d'autres; la troisiéme est dans le milieu des places publiques, parce qu'on y rencontre ordinairement les mêmes avantages, & qu'elles peuvent en faire l'ornement.

*Les situations différentes qui conviennent aux fontaines publiques, se réduisent à trois.*

1428. La planche quatriéme comprend les façades des trois fontaines que j'ai dit avoir tiré de Paris, qui se trouvent dans la situation qui convient au premier cas. La premiere représente la fontaine de la porte Saint Germain, ou des Cordeliers dont nous avons décrit la cuvette de distribution, dans l'article 1389; la seconde, celle de la Charité, rue Taranne; & la troisiéme, celle qui est dans la rue Saint Denis proche la Porte: leurs plans sont rapportés sur la planche huitiéme.

*Explication des façades de trois fontaines, exécutées à Paris.*

PLAN. 4. & 8.

1429. La planche cinquiéme représente un des nouveaux desseins de fontaine que M. Blondel m'a fait, pour être placée comme les précédentes dans l'alignement d'une rue; l'Ordre d'Architecture qui y regne, est Toscan rustique: on en trouve le plan sur la planche huitiéme.

La planche sixiéme représente une fontaine qu'on suppose placée au coin d'une rue, selon la seconde situation. Ce dessein offre un grand morceau d'Architecture, dont la composition ne peut produire qu'un bel effet, par la forme extérieure de l'édifice qui fait diversion avec l'intérieure, comme on peut juger par une partie du plan rapporté sur la planche huitiéme.

*Explication des trois nouveaux desseins pour la décoration des fontaines publiques, convenables aux situations précédentes.*

PLAN. 5. 6. 7. & 8.

Enfin, la planche septiéme comprend l'une des quatre faces d'une fontaine isolée, selon la troisiéme situation. Son ordonnance qui est des plus riches, est composée d'un Ordre Dorique parfaitement regulier, couronné d'un appui de pierre auquel on n'a point mis de balustrade, afin de rendre ce couronnement plus mâle. L'on suppose que les quatre faces sont semblables, & que chaque niche fournit de l'eau, comme on en peut juger par une partie du plan rapporté sur la huitiéme planche. Pour donner à cet édifice un air de grandeur, on l'a terminé par une pyramide dont les tables qui la composent sont destinées à recevoir des inscriptions ou des bas reliefs.

Comme il ne s'agit point ici de parler des proportions de

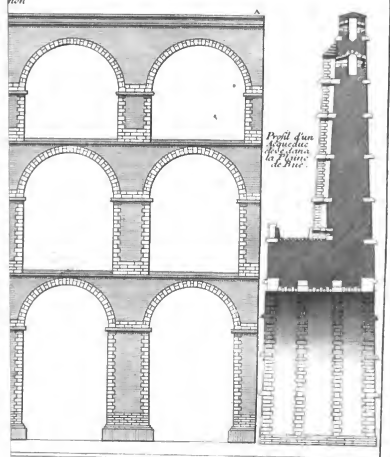
l'Architecture, ni des avantages qui résultent de marier la forme générale des plans avec leur élévation, je n'entre point dans l'harmonie des parties qui composent les trois desseins que l'on vient de voir, on les propose seulement comme des idées convenables aux trois situations où les fontaines peuvent se rencontrer.

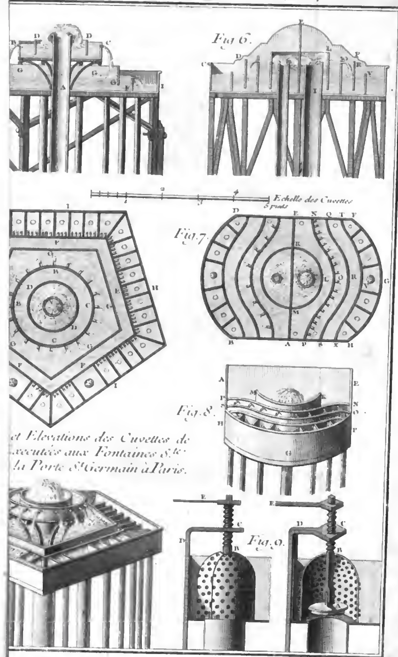
Lorsque les eaux sont assez abondantes pour jaillir continuellement, & qu'on n'est point dans le cas de les économiser dans un réservoir, il y a plusieurs autres manieres de les distribuer au milieu d'une place publique, qui dispense d'élever un édifice exprès. Une coupe de marbre, une pyramide, une colonne, le piédestal d'une statue pouvant suffire pour cela; mais comme ces exemples sont ordinaires, je n'ai pas voulu en donner des desseins particuliers, m'ayant paru convenable de rapporter un morceau de plus grande conséquence.

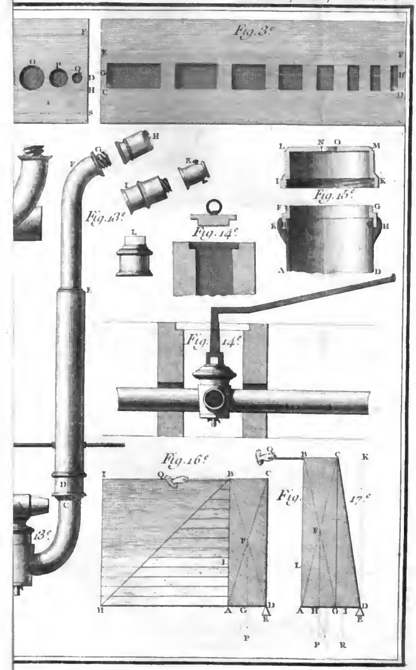
*L'on peut éloigner, autant qu'on le jugera nécessaire, la façade des fontaines, de la cage où seront renfermés la cuvette de distribution & les tuyaux descendans.*

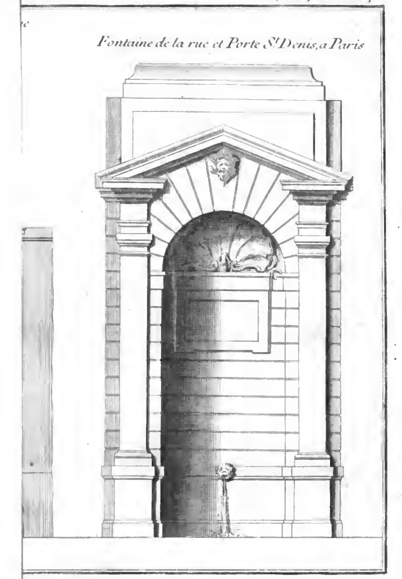
1430. Quoique j'ai dit (1409) qu'il falloit donner aux cuvettes de distribution, toute l'élévation qu'on pourroit, il est bon d'observer que cette maxime ne doit géner en rien la décoration des fontaines, n'étant pas nécessaire que leurs façades soient adossées à la cage qui renfermera la cuvette & les tuyaux descendans (1385), qu'on pourra placer à telle distance que l'on voudra; parce qu'il suffit de ménager derriere ces façades un endroit commode pour loger le réservoir, auquel on fera aboutir le tuyau du bassinet qui lui est destiné (1384) & celui qui doit recevoir la décharge de superficie de la cuvette (1395). Ainsi, quand on aura une fontaine dans le milieu d'une place publique, il faudra, s'il est nécessaire, placer la cage dont nous parlons, dans une maison voisine.




Echelle de l'Acqueduc de Buc
non
Profil d'un Acqueduc élevé dans la Plaine de Buc.
Plan Superieur de l'Acqueduc de Maintenon


Fig 6.
Fig.7.
Fig.8.
Fig.9.
Echelle des Cuvettes
5 pieds
et Elevations des Cuvettes de
executées aux Fontaines S.te
la Porte S.t Germain à Paris.

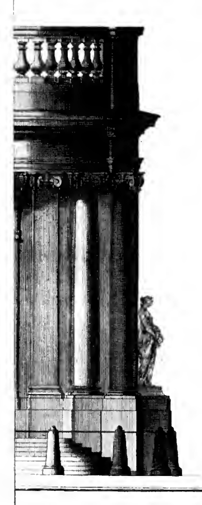

Fig. 3.e
Fig. 13.e
Fig. 14.e
Fig. 15.e
Fig. 14.e
Fig. 16.e
Fig. 17.e
13.e


Fontaine de la rue et Porte S.t Denis, a Paris

lacer dans l'Alignement d'une Rue.

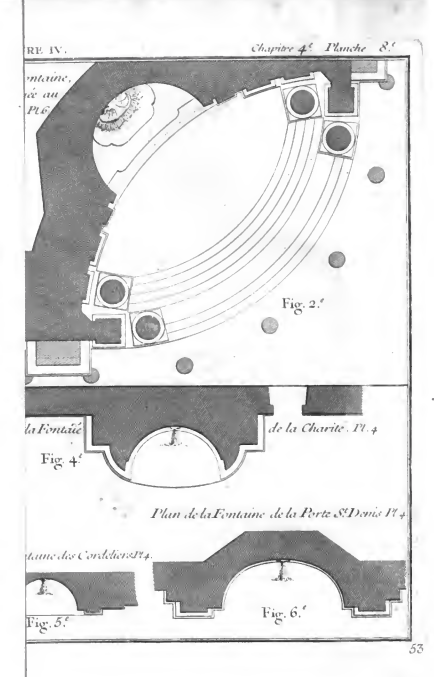


*lacer au coin d'une Rue.*



*Elevation d'une des quatres faces d'une Fontaine isollé, qu'on voudroit situer dans le Milieu d'une Place publique.*




ontaine,
ée au
Pl.6
Fig. 2.e
la Fontaĩe de la Charite. Pl. 4
Fig. 4.e
Plan de la Fontaine de la Porte S.t Denis Pl. 4
taine des Cordeliers Pl. 4.
Fig. 5.e
Fig. 6.e

# CHAPITRE V.

## *De la maniere de distribuer & de diriger les Eaux jaillissantes pour la décoration des Jardins.*

*Discours préliminaire sur la décoration des Jardins de plaisance.*

1431. QUELQUE bien cultivés que soient les Jardins de plaisance, ils paroissent peu agréables lorsqu'ils ne sont point animés par des eaux jaillissantes ; les personnes qui connoissent Versailles, Marly, S. Cloud, Chantilly, Liancourt, Sceaux conviendront que ces beaux lieux ont quelque chose de languissant lorsqu'après avoir vû jouer les eaux pendant un certain tems, elles cessent tout-à-coup de jaillir. On cherche en vain dans la magnificence des objets que l'on rencontre de toutes parts, de quoi entretenir son admiration, l'on ne retrouve plus ce que l'on vient de perdre ; au lieu que dans le ravissement que cause la variété des différens spectacles que présentent les eaux, l'imagination est satisfaite, & semble n'avoir plus rien à désirer.

La maniere de diriger les eaux dans les Jardins de conséquence, demande beaucoup de goût, d'art & d'industrie pour en faire une agréable distribution. Ce sujet est si abondant qu'il fourniroit matiere à un gros volume, si on vouloit le traiter dans toute son étendue ; cependant je ferai ensorte, sans passer les bornes que je me suis prescrites, de renfermer dans ce Chapitre de quoi satisfaire la curiosité de ceux qui auront envie de s'instruire des principales régles qu'il faut observer, persuadé que pour peu qu'ils travaillent ensuite par eux-mêmes, ils seront en état d'exécuter ce qu'on peut faire de plus magnifique pour embellir les Jardins.

*Quelles sont les principales pieces d'eau qui peuvent entrer dans la décoration des Jardins.*

1432. Les principales pieces qui peuvent entrer dans la décoration des Jardins de plaisance, sont les jets, gerbes, bassins, fontaines, champignons, grilles, berceaux, napes, buffets, pyramides, arbres d'eau, cascades, grottes, théâtres, arcs de triomphe ; & plusieurs autres attributs purement arbitraires qui dépendent de la fécondité du génie de ceux qui sont chargés des projets de cette espece, dont l'habileté doit principalement consister à faire que la quantité d'eau dont on peut disposer, se multiplie, pour ainsi dire, en se répétant sous différentes formes, & à sçavoir tirer tout le parti possible de la situation du terrein, en mettant même à profit les endroits les plus ingrats. Les Jardins

de Verſailles offrant des exemples de toutes les pieces dont je viens de parler, nous y aurons recours comme aux plus magnifiques qu'il y ait dans le monde, & nous ne ferons qu'une legere mention des autres que l'on rencontre ailleurs.

J'aurois bien voulu enrichir ce Chapitre par un nombre de belles planches qui euſſent préſenté l'effet de toutes les pieces dont je vais donner une idée; mais comme cela n'auroit pû ſe faire ſans une grande dépenſe, qui auroit augmenté conſidérablement le prix de ce volume, pour un ſujet qui n'intéreſſe pas eſſentiellement les beſoins de la vie, je me ſuis contenté de raſſembler dans la premiere Planche de ce Chapitre pluſieurs morceaux qui compoſent enſemble un fort beau tout, dont la ſimple inſpection ſuffira pour donner une idée de l'effet que produiſent les eaux jailliſſantes dans un jardin.

PLAN. I.

*Quelle eſt la meilleure ſituation qu'on peut donner aux jets d'eau.*

1433. Perſonne n'ignore qu'un *Jet d'eau* s'élance perpendiculairement en ſortant d'un trou circulaire que l'on nomme *ajutage*, qui détermine la groſſeur du jet, pratiqué à l'extrémité d'un bout de tuyau vertical, que l'on nomme *ſouche* de l'ajutage, placé au milieu d'un baſſin qui reçoit l'eau du jet; ce baſſin ſe fait circulaire ou ovale, quelquefois on lui donne la figure d'un hexagone ou d'un octogone, on le place au milieu d'un parterre, ou au bout d'une grande allée en face du corps de logis. Quand on a beaucoup d'eau, au lieu d'un jet on en fait pluſieurs, dont la ſituation dépend de la diſpotion des lieux; cependant il faut faire enſorte, en les plaçant, que des principaux endroits du Jardin, on puiſſe les voir d'enfilade, cette répétition partage agréablement la vûe qui ſemble les appercevoir en plus grand nombre qu'ils ne ſont effectivement; pour cela, il faut que les parties du jardin ſoient aſſujetties à la diſtribution des eaux, que les allées ſoient percées avantageuſement, afin de découvrir de loin dans les boſquets ce qu'on y aura pratiqué d'intéreſſant.

*De la grandeur qu'il convient de donner aux baſſins.*

1434. A l'égard de la grandeur qu'il convient de donner aux baſſins, il eſt aſſez difficile de la déterminer, puiſqu'elle dépend de pluſieurs circonſtances qu'on ne peut appercevoir que dans le tems de l'exécution; mais on ſent bien que dans un petit eſpace, on auroit tort d'y faire un grand baſſin; & qu'au contraire, dans un jardin d'une grande étendue, un petit baſſin y conviendroit fort mal; cependant l'on préférera toujours les grands baſſins aux petits, quand ils pourront avoir lieu ſans rien gâter au deſſein général. De quelque grandeur qu'on les faſſe, il ne faut pas leur donner plus de 20 à 24 pouces de profondeur, à moins que ce

ne ſoit de grandes *pieces d'eau*, comme celles dont nous ferons mention dans la ſuite.

1435. Une *gerbe* d'eau eſt une eſpece de *faiſceau* compoſé de pluſieurs petits jets de peu de hauteur, placés dans le milieu d'un baſſin; pour bien faire il faut qu'ils s'élevent par étage, afin de compoſer une eſpece de pyramide, ce qui ſe fait par le moyen de pluſieurs rangées de petits tuyaux placés à la ronde autour d'un autre plus gros, qui forme le jet du milieu; telle eſt la gerbe que l'on voit à Chantilly au bas du grand perron. *Daviler*, dans ſon Cours d'Architecture, parle d'une eſpece de gerbe qu'il nomme *Girande d'eau*, qui eſt auſſi un faiſceau compoſé de pluſieurs jets qui s'élevent avec impétuoſité, & qui, par le moyen de l'air renfermé, imitent le bruit du tonnere, la pluie & la neige, comme (dit-il) *les deux de Frêſcati près de Rome*. *Définition des gerbes d'eau.*

1436. Quand un baſſin eſt d'une belle grandeur, il peut comprendre pluſieurs jets d'eau accompagnés de figures de marbre & de bronze tirées de la fable, comme on en rencontre un grand nombre à Verſailles d'une beauté merveilleuſe; tel eſt, par exemple, le baſſin de Latone ſitué au-deſſous du parterre d'eau. Trois figures de marbre blanc qui ſont au milieu, repréſentent Latone & ſes enfans, accompagnée des païſans changés en grenouilles, de bronze doré. Plus bas, au bout de l'allée Royale, eſt un autre baſſin dans le milieu duquel eſt Apollon placé dans un char de triomphe tiré par quatre chevaux; à ſes côtés ſont les figures de quatre vents qui, ſoufflant dans leurs conques, jettent de l'eau de tous côtés. Sur la même ligne, l'on découvre la grande piece d'eau qui eſt un canal de 750 toiſes de longueur, ſur 40 de largeur, & 7 pieds de profondeur. *Deſcription de pluſieurs baſſins du jardin de Verſailles.*

L'on voit auſſi près du labirinthe un baſſin occupé par Bacchus accompagné de Satyres & de jets d'eau; le tour de ce baſſin eſt revêtu de pampres & de grapes de raiſins de métal. Dans le boſquet oppoſé eſt un autre baſſin occupé par Cerès; du milieu ſort un jet d'eau d'une groſſeur prodigieuſe environné de huit autres, & ſes bords ſont revêtus de gerbes de bronze doré.

Plus loin, l'on rencontre encore un baſſin dont le milieu eſt occupé par Flore; cette Déeſſe eſt environnnée d'un grand nombre de jets d'eau, du milieu deſquelles s'en éleve un au-deſſus des autres en formant une agréable aigrette. A côté de ce baſſin eſt celui d'Encelade où l'on voit ce géant accablé ſous les rochers qu'il avoit entaſſés pour eſcalader le Ciel; la groſſeur de cette figure eſt quatre ou cinq fois plus grande que nature, de fa-

bouche fort un un jet d'eau de la grosseur du bras qui s'éleve à 25 pieds de hauteur. L'on voit aussi sortir des roches, quantité de bouillons d'eau qui offrent un magnifique spectacle.

Je ne finirois pas, si je voulois faire mention de tous les magnifiques bassins que l'on rencontre à chaque pas, dont un des plus beaux est celui de l'Isle d'Amour, ou l'Isle Royale, qui forme un Canal au milieu duquel est un Isle environnée de 80 jets d'eau.

*Des napes d'eau, & de leur dépense.*

1437. Les *napes d'eau* font encore un bel effet dans les jardins, mais il ne faut pas qu'elles tombent d'une grande hauteur, autrement elles se déchirent & laissent des intervales vuides; les plus belles sont les plus garnies; pour cela, elles doivent dépenser au moins 2 pouces d'eau sur chaque pied de longueur. Ainsi ayant une nape d'eau de 10 pieds, il faudra 20 pouces pour sa dépense. L'on en voit une fort belle à Versailles à la tête de l'allée d'eau, & une plus belle encore à Chantilly, qui sert à entretenir le Canal & la plus grande partie des autres pieces du jardin.

*Définition des Fontaines pour la décoration des jardins.*

1438. Dans les jardins où il y a des eaux jaillissantes, l'on nomme *Fontaine*, plusieurs coupes de marbre ou de bronze allant en diminuant, posées par étage sur une tige commune qui se termine par un bouillon d'eau qui tombe sur la coupe du sommet, d'où elle redescend par cascade dans les inférieures, en formant des napes d'eau qui produisent un fort bel effet. Ces fontaines sont toujours placées dans le milieu d'un bassin qui leur sert de décharge; telle est à Versailles la fontaine de l'Etoile composée de 5 napes, formant ensemble une montagne d'eau.

Quelquefois ces fontaines sont terminées par une Statue qui vomit de l'eau; telle est encore à Versailles la fontaine de la Renommée, qui représente cette Divinité avec une trompette, d'ou sort un jet d'eau qui s'éleve extrêmement haut; cette figure a sous ses pieds un globe qui donne lieu à une belle nape. Le bassin est entouré d'une balustrade de bronze dorée, soutenue de piédestaux, de chacun desquels il sort un bouillon d'eau qui coule dans une rigole sur l'appui de la balustrade, & de là va se repandre dans le bassin en formant une nape.

Quand plusieurs fontaines sont placées de suite sur une même ligne dans un lieu avantageux, elles présentent un fort beau coup d'œil, & l'on ne peut voir sans admiration les trois fontaines de l'allée d'eau de Versailles, qui est un des plus beaux objets du jardin. On voit aussi à *Liancourt*, superbe Château à 10 ou 12 lieues de Paris, une fontaine d'une grande beauté, de même que quantité d'autres pieces qui rendent le jardin un des plus magnifiques

&

& des plus agréables qu'il y ait après Versailles & Chantilly.

Les fontaines produisent aussi un fort bel effet, lorsqu'elles sont placées contre le fer à cheval de l'escalier d'une terrasse de jardin. Alors on en peut avoir deux, l'une au-dessus de l'autre; ensorte que la plus élevée fournisse la seconde; comme on le voit représenté sur la planche deuxiéme, où l'on suppose que sur une terrasse au pied d'une balustrade est une fontaine isolée, placée au milieu d'un bassin, d'où l'eau coule ensuite par la bouche d'un masque qui la fait jaillir dans la premiere coupe d'une seconde fontaine adossée à un mur décoré d'une Architecture rustique. Nous avons crû devoir rapporter ici cet exemple, pour profiter de l'espace qui est resté sur la derniere planche de cet ouvrage, après y avoir tracé le profil d'un bassin, dont nous donnerons la construction à la fin de ce Chapitre. PLAN. 2.

1439. Ce que l'on appelle *Champignon d'eau*, est une espece de coupe renversée, faite de marbre, taillée en coquille par-dessus, portée par une tige qui donne à cette piece la vraie figure d'un champignon. Au travers de la tige passe un tuyau dont l'ajutage vient aboutir au sommet; on en fait sortir un jet qui doit être gros & de peu d'élévation, l'eau en retombant bouillonne, & forme une nappe circulaire qui cause un agréable effet. Quelquefois l'on pose un champignon dans le milieu d'une grande coupe placée dans un bassin, alors l'eau tombant dans la coupe jaillit en-dessus des bords, de là dans le bassin, & forme deux nappes au lieu d'une. *Définition des champignons d'eau.*

1440. Les *Buffets d'eau* se placent quelquefois dans les bosquets, ou bien on les adosse contre le mur du palier d'un escalier à deux rampes, cette piece ne devant point être isolée, mais appuyée contre un treillis de verdure qui la fasse valoir. Elle est composée d'une grande table de marbre élevée sur une estrade, où l'on monte par deux ou trois marches: sur cette table sont plusieurs gradins en pyramide avec des garnitures de vases de cuivre doré, dont le corps de chacun est formé par l'eau, ensorte qu'ils paroissent de cristal garni de vermeil; il y a deux buffets dans ce goût-là au bosquet du marais à Versailles. On les orne encore par des masques, dauphins de marbre ou de bronze, & autres figures qui vomissent de l'eau; quelquefois aussi le fond du buffet représente une décoration d'Architecture rustique, ou une grotte composée de rocailles, congellations, pétrifications, coquillages & feuilles d'eau. *Définition des buffets d'eau.*

Il y a à Trianon le plus magnifique buffet d'eau que l'on puisse voir, pratiqué dans un enfoncement de charmille au bout d'une allée. Il est composé de trois gradins dont les formes sont agréable-

ment variées, incruftées de marbre blanc & de Languedoc; ce buffet eft accompagné de deux figures, dont l'une repréfente un Fleuve, & l'autre une Nayade foutenant chacune une urne, d'où fort un gros bouillon, & aux côtés font deux dragons qui vomiffent l'eau dans un baffin; ces eaux & celles de plufieurs champignons & chandeliers d'eau qui fe trouvent difpofées avec beaucoup de grace, forment en retombant de baffins en baffins plufieurs nappes qui font un effet merveilleux, par l'oppofition de leurs blancheurs avec les différentes couleurs du marbre, & la dorure des fculptures.

*Définition des berceaux d'eau.* 1441. L'on fait auffi des *Berceaux d'eau* qu'on place ordinairement dans les allées d'un bofquet; on difpofe fur deux lignes le long des plattes-bandes plufieurs petits tuyaux qui répondent à de plus gros, & forment, par leur inclinaifon, des jets paraboliques qui fe croifent d'un côté à l'autre, & compofent des arcades fous lefquelles on peut paffer fans être beaucoup mouillés, comme dans les cinq allées du bofquet de l'étoile à Verfailles.

*Définition des arbres.* 1442. L'on peut encore, en faifant aboutir une conduite au pied d'un arbre, en détacher des tuyaux appliqués fur la tige, pour aller de là fe répandre le long des branches par plufieurs petits rameaux, difpofés de maniere que l'eau jailliffe de toutes parts, ce qui produit un effet charmant par fon mélange avec la verdure; c'eft ainfi qu'à Verfailles on a difpofé avec beaucoup d'art *l'arbre d'eau* ou *chêne verd* fitué au milieu de la piece nommée le marais.

*Définition des cafcades.* 1443. Une *Cafcade* eft formée par une chute d'eau naturelle ou artificielle; elle ne peut avoir lieu qu'autant qu'il y a une éminence au fommet de laquelle on a de l'eau dont on peut difpofer. Si elle eft produite par une fource abondante, ou qu'on l'y ait amené par une faignée, tirée d'un étang ou d'une riviere qui feroit dans le voifinage, alors c'eft une cafcade naturelle, comme eft la fameufe de Tivoli qui paffe pour une merveille; au lieu qu'on la nomme artificielle, lorfque l'eau, qui la fournit, eft élevée par quelque machine, comme celle qui étoit autrefois derriere le Château de Marly, qu'on a détruit depuis quelques années, quoiqu'elle fût des plus magnifiques. Les cafcades font difpofées en *gradins* de pierre ou de marbre, qui ont depuis dix jufqu'à quinze pieds de longueur, difpofés fur une rampe comme les marches d'un efcalier, foutenus de côté par des murs qui tiennent lieu de limon; tous ces gradins font creufés fur leur longueur, afin d'avoir des rebords qui faffent ondoyer l'eau qui en fort. Au fommet de la cafcade eft un baffin qui reçoit l'eau de trois tuyaux, dont

chacun se termine à la gueule d'un masque qui la dégorge, ce qui leur a fait donner le nom de *degueuleurs*; ils sont appliqués contre un mur comme aux fontaines ordinaires, & l'eau, avant que de tomber dans le bassin, est reçûe dans trois grandes coquilles servant à former autant de nappes d'eau qui parcourent ensuite la cascade depuis le haut jusqu'en-bas.

1444. Je passe sous silence les différentes cascades que l'on voit à Versailles, mais je ne puis omettre celle de Saint Cloud, placée dans le jardin de ce Château, au milieu d'un bois sur un côteau qui regne le long de la riviere de Seine. Le jeu des eaux y forme un spectacle des plus ravissant, accompagné d'un grand nombre de pieces, qui sont ensemble le plus beau morceau qui ait été exécuté jusqu'ici dans ce genre.

*Exposition des cascades des jardins de Saint Cloud & de Sceaux.*

L'on voit aussi à Sceaux une fort belle cascade, accompagnée de plusieurs scenes qui en rendent l'aspect admirable, surtout dans un lieu aussi élevé que l'est le jardin, où l'on ne devroit point s'attendre d'y voir une aussi grande abondance d'eau; elle va se terminer dans un grand bassin au milieu duquel est un fort beau jet d'eau.

1445. Quand les cascades ont beaucoup de hauteur, on y fait dans le milieu un palier ou repos, où l'on place des tritons, dauphins & autres figures qui vomissent de l'eau pour varier le spectacle. Ces eaux étant reçûes dans un bassin pratiqué sur le palier même, peuvent de là être conduites par des tuyaux pour former plusieurs jets au pied de la cascade, tant dans le grand bassin que dans ceux qu'on peut mettre à côté sur une même ligne. Alors, lorsque ces jets sont placés près à près, on les nomme *grilles* ou *cierges d'eau*; & comme je suppose que les eaux qui fournissent le palier sont tirées du réservoir d'en-haut, les nappes qui viendront de la rampe supérieure fourniront la rampe inférieure.

*L'on fait un palier dans le milieu des grandes cascades, lorsqu'elles ont beaucoup de hauteur.*

1446. Pour accompagner une cascade depuis le haut jusqu'en-bas, par quelque chose qui la termine agréablement de chaque côté, on y fait deux rangs de petits bassins de marbre servant à revêtir le dessus des murs rampans, que nous avons dit tenir lieu de limon; dans le milieu de chaque bassin est un jet, dont l'eau, à mesure qu'elle retombe, s'écoule par un tuyau qui la conduit pour fournir à un autre jet, & de là encore à un autre; car c'est toujours la même qui sort & qui rentre. J'entends que des deux rangées de bassins pratiqués sur chaque rampe, l'eau du premier, & qui est par conséquent à la tête de la cascade, passe par un tuyau qui fournit le jet du troisiéme bassin, de là celui du cinquiéme, ainsi de

*On accompagne les cascades d'un grand nombre de petits jets d'eau.*

suite, selon les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, &c. Voilà ce qui compose la premiere rangée; pour l'autre, l'eau du second bassin fournit au jet du quatriéme; de celui-ci elle passe au sixiéme, ensuite au huitiéme, selon les nombres pairs 2, 4, 6, 8, 10, &c. Ainsi il n'y a que deux tuyaux qui, partant du bassin supérieur, fournissent sur chaque rampe le premier & le second jet, & cette même eau se repete pour entretenir tous les autres jets suivans, quand il y en auroit 100. Si l'on fait passer l'eau du premier bassin dans le troisiéme, & celle du second au quatriéme, c'est afin de donner plus d'élévation à chaque jet; car si les bassins n'avoient, par exemple, que trois pieds de supériorité les uns sur les autres, les jets n'auroient qu'environ trois pieds de hauteur, au lieu que le troisiéme jet étant fourni par le premier bassin, il aura à peu près six pieds; il en sera de même des autres.

*Emplacement des cascades.* 1447. A côté de ces bassins, l'on place des pots de fleurs & de grands vases de marbre ou de bronze, & à droite & à gauche de la cascade l'on fait des escaliers de pierre, ou simplement des rampes de gazon. Quant à l'emplacement des cascades, il n'y a point de situation qui leur convienne mieux que dans un bois; la verdure des arbres & du gazon, l'ornement des figures & des vases, la blancheur des eaux, faisant un beau mélange & une opposition des plus agréables à la vûe. D'ailleurs les grandes cascades ne se construisent ordinairement que pour corriger le mauvais effet que cause une colline ou autre éminence qui ôte la vûe de la campagne de ce côté-là, & cette hauteur ne peut être mieux occupée que par un bois, qui donnant de la fraîcheur & de l'ombre, contribue à l'embellissement du jardin; c'est pourquoi on ne manque pas de planter des arbres dans ces sortes d'endroits, lorsqu'il ne s'y en trouve pas naturellement.

L'on pratique aussi d'autres cascades plus petites dans des niches de charmille ou de treillage, au milieu d'un fer à cheval d'escalier, ou à la tête d'une piece d'eau; & pour plus de magnificence, on les accompagne de coquillage, de rocaille, de congélation, & on les décore par des figures convenables aux eaux, comme *fleuves*, *tritons*, *nayades*, *nymphes des eaux*, *dragons*, *dauphins*, *chevaux marins*, ausquels on fait vomir de l'eau par la gueule & par les narines.

*Définition des arcs de triomphe & pyramides d'eau.* 1448. Les plus belles pieces qui conviennent encore aux eaux, sont les *arcs de triomphe* & les *théâtres*, construits de marbre & de treillages, ausquels l'on donne les différentes formes qui peuvent convenir à une décoration d'architecture, accompagnés de

bas reliefs, coupes, vases, girandoles, lustres de bronze doré. Versailles présente deux morceaux de cette espece qui sont d'un goût exquis. Près de l'allée d'eau l'on trouve un arc de triomphe qui est un des plus surprenans morceaux de ce jardin enchanté ; quand les eaux jouent, l'on croiroit voir un Palais de cristal orné de tout ce que l'art & la magnificence peuvent offrir de plus éclatant : deux superbes buffets & quatre pyramides d'eau dans le goût de celles que l'on voit sur la premiere planche, ornent les deux côtés d'un bosquet, dans le fonds duquel sont plusieurs gradins qui aboutissent à une estrade répondant à une décoration que je n'entreprends point de décrire, persuadé que je n'en pourrois donner qu'une idée très-imparfaite : je dirai seulement, au sujet des *pyramides*, que plusieurs tuyaux montent intérieurement le long de leur quatre arrêtes, pour répandre de l'eau sur des tables de plomb doré, placées à l'endroit de chaque échelon, & former autant de nappes d'eau qui se réunissent en tombant.

1449. Quand aux *théâtres d'eau* on en voit un à côté du marais près de la fontaine de Cerès, sa figure est presque ronde, disposée en théâtres & amphithéâtres, formés par des cascades accompagnées de rampes qui sont autant de berceaux d'eau, pratiqués dans des allées d'ormes : quatre niches de charmille renferment chacune une fontaine ornée de grandes coquilles de marbre, comprenant des groupes d'enfans de métal doré, qui semblent folâtrer autour d'un jet d'eau qu'on voit s'élever au milieu d'eux, mais ce qu'il y a de plus admirable, ce sont les décorations des scenes que l'eau présente par ses différentes manieres de jaillir.

*Définition des théâtres d'eau.*

1450. L'on voit aussi à Frescati, un fort beau théâtre d'eau, formé par une cascade & plusieurs niches pratiquées dans une décoration d'architecture, ornée de rocailles & de statues qui répandent l'eau de toute part. Ce Palais, près de Rome, comprend un grand nombre de riches & rares morceaux dans le goût de ceux dont nous parlons, entre autres une *grotte* qui renferme le Mont-Parnasse sur lequel on voit Apollon & les neuf Muses jouer de divers instrumens à bec qui rendent des sons très-mélodieux par le mouvement de l'air & de l'eau.

*Théâtre & grotte d'eau exécutés à Frescati, superbe Palais près de Rome.*

1451. Un des plus superbes morceaux que la nature & l'art ait jamais formés pour l'embellissement d'un jardin, est celui qui se trouve à un Château sur le Mont-Charles près de Cassel en Allemagne. Ce château & le jardin sont placés à mi-côte d'une montagne, du sommet de laquelle descend une grande abondance d'eau vive qui donne lieu au plus beau spectacle du monde.

*Courte description des pieces d'eau d'un magnifique jardin près de Cassel en allemagne.*

L'on a ménagé le long de la rampe plusieurs terrasses fort larges, sur lesquelles l'on a construit des grottes & des petits pavillons décorés d'une architecture rustique, composée de rocailles, congelations, pétrifications & coquillages de toutes sortes de couleurs; d'où il sort un nombre infini de bouillons d'eau. Sur une de ces terrasses est un amphithéâtre orné de statues, ausquelles le concours ingénieux de l'air & de l'eau font jouer divers instrumens de musique. Mais ce qui mérite le plus d'admiration, ce sont plusieurs grandes & magnifiques cascades le long desquelles l'eau descend d'une terrasse à l'autre, & qui donnent lieu en chemin faisant à des pieces d'eau de toutes sortes d'espece, qu'il n'est gueres possible de bien décrire, non plus que les sujets qui les accompagnent, sans entrer dans un détail que la brieveté de ce Chapitre ne me permet pas.

Je n'ignore point qu'il y a encore en différens endroits de l'Europe un grand nombre de magnifiques jardins, où les eaux jaillissantes sont ménagées avec beaucoup d'art; mais comme je n'ai point prétendu rapporter tout ce qu'on a exécuté de plus beau en ce genre, je m'en tiendrai aux exemples que je viens de citer, qui me paroissent suffisans pour fournir des idées à ceux qui seront dans le cas d'en faire usage.

*Conclusion sur les différens morceaux qui peuvent convenir à la décoration des jardins.*

1452. Voilà en général les différentes manieres dont on peut faire agir les eaux jaillissantes, & comme, excepté les nappes d'eau, tout le reste se rapporte à des jets différemment distribués, je vais traiter ce sujet amplement, afin qu'on puisse calculer la dépense des eaux selon la quantité qu'il en faudra pour chaque sujet, relativement à la dépense totale dont on peut disposer. On se rappellera *que pour les grandes nappes qui coulent naturellement, il faut deux pouces d'eau pour chaque pied courant;* à l'égard des autres nappes des cascades, celles des *champignons* & *coupes* provenantes des jets, comme elles n'ont pas besoin d'être aussi fournies, il suffira qu'elles dépensent un pouce d'eau par pied courant; ainsi supposant que la circonférence d'une coupe ou d'un champignon soit de 10 pieds, il faudra que le jet puisse dépenser 10 pouces d'eau.

Lorsque les cascades sont situées de façon, que leurs eaux après avoir fait leur effet, peuvent des bassins où elles vont se ramasser, fournir à d'autres jets placés beaucoup plus bas, & que le terrein est disposé par amphithéâtre, on peut donner à la premiere nappe plus d'un pouce & demi d'eau par pied courant, puisqu'alors le bassin supérieur devient en quelque sorte le réservoir général qui fournit tous les jets, ce qui ne doit pourtant s'entendre que dans les cas où il arrive que le sommet de la montagne est le point de

partage de toutes les eaux. Au reste, il n'y a que les lieux & les circonstances qui peuvent faire juger de l'économie avec laquelle il faudra en diriger la distribution, ainsi je ne m'y arrête pas davantage pour ne m'attacher qu'au détail des jets.

1453. L'on sçait que l'eau qui descend dans une des branches d'un tuyau recourbé, remonte toujours dans l'autre au même niveau, tant qu'elle y reste renfermée, mais si elle remonte librement sans être soutenue par les côtés comme sont les jets, la résistance de l'air jointe à la propre pesanteur de l'eau qui retombe sur celle qui sort immédiatement de l'ajutage, les empêche d'atteindre à la hauteur de leur réservoir. Comme plus un jet aura d'élévation, & plus il rencontrera de parties de l'air qui lui résisteront; il suit que les grands jets doivent moins s'élever à proportion que les petits, & que quand on voudra avoir un jet de 20 pieds de hauteur, il faudra nécessairement que celle du réservoir ait plus de 20 pieds. J'entens ici par la hauteur du réservoir, l'élévation de la surface de l'eau au-dessus de l'ajutage, & pour éviter toute équivoque, nous nommerons *défaut*, l'excès de la hauteur du réservoir sur celle du jet; par exemple, si l'on a un réservoir de 21 pieds 4 pouces de hauteur, & que le jet n'ait que 20 pieds, son défaut sera de 16 pouces. *Les jets d'eau ne vont point à la hauteur de leur réservoir.*

1454. M. Mariotte a démontré au commencement de la quatriéme partie de son Livre du mouvement des eaux, qu'ayant deux jets de différentes hauteurs, *leurs défauts étoient dans la raison des quarrés des hauteurs de ces mêmes jets*; c'est-à-dire, que si le premier jet a une hauteur double de celle du second, le défaut du premier sera quadruple de celui du second; ainsi, dès qu'on connoîtra la hauteur, & le défaut d'un jet, il sera aisé, ayant la hauteur d'un autre jet, d'en avoir aussi le défaut, par conséquent la hauteur de son réservoir. L'on sçait par expérience qu'un réservoir de 5 pieds un pouce de hauteur donne un jet de 5 pieds, si l'eau du réservoir est toujours entretenue à la même hauteur, & si elle coule sans contrainte dans le tuyau qui la conduit jusqu'à l'ajutage. *Les défauts des jets sont dans la raison des quarrés des hauteurs des mêmes jets.* *Expérience sur ce sujet.*

1455. Prenant donc pour regle certaine que le défaut d'un jet de 5 pieds de hauteur, est d'un pouce; l'on trouvera, par exemple, le défaut d'un jet de 20 pieds, en disant comme le quarré de 5 qui est 25, est au quarré de 20 qui est 400, ainsi un est au quatriéme terme qu'on trouvera de 16 pouces; par conséquent il faut, pour avoir un jet de 20 pieds, que le réservoir soit élevé de 21 pieds 4 pouces. *La hauteur d'un jet étant donnée, trouver celle de son réservoir.*

1456. Voici une table où l'on trouvera les différentes hauteurs *Table pour*

*la hauteur des jets & des réservoirs.*

des jets relativement à celles de leurs réservoirs; la premiere colonne marque la hauteur des jets, allant en augmentant de 5 pieds en 5 pieds; la seconde celle des réservoirs des mêmes jets au-dessus de l'ajutage; la troisiéme la hauteur des réservoirs qui croît en augmentant de 5 pieds en 5 pieds, & la quatriéme celle des jets des mêmes réservoirs.

*Théorie pour le calcul de la quatriéme colonne de la Table.*

1457. Pour dire un mot de la maniere dont la quatriéme colonne a été calculée, on remarquera que puisque les défauts des jets, sont dans la raison des quarrés des hauteurs des mêmes jets, qu'ayant la hauteur de deux réservoirs différens, & celle du jet qui répond au premier, on trouvera la hauteur du jet du second. Car, nommant $a$, la hauteur du premier réservoir; $b$, celle de son jet; $c$, la hauteur du second réservoir; $x$, celle de son jet; $a - b$, sera le défaut du jet $b$, & $c - x$, celui du jet $x$; ce qui donne cette proportion; $bb, xx :: a - b, c - x$; d'où l'on tire, $axx - bxx = bbc - bbx$; & supposant $a - b = d$, l'on aura $dxx = bbc - bbx$, ou $x = \sqrt{\frac{bbc}{d} + \frac{b^4}{4dd}} - \frac{b^2}{2d}$. Présentement supposant $a = 61$ pouces, $c = 360$ pouces ou 30 pieds, l'on aura $a - b$ ou $d = 1$; faisant le calcul, l'on trouvera que $x$, vaut 329 pouces ou 25 pieds 5 pouces, qui est l'élévation où doit monter un jet dont le réservoir est de 30 pieds de hauteur.

*Remarque où l'on fait voir que la regle pour le défaut des jets n'a pas lieu dans toutes sortes de cas.*

1458. Il faut faire ici une remarque importante, qui paroît avoir échappée à M. Mariotte, & à tous ceux qui ont écrit sur le mouvement des eaux, qui est que les défauts des jets ne seront tels qu'on le voit marqué dans la table, qu'autant que l'ajutage se trouvera le point le plus bas de la conduite, pour que la vitesse de l'eau à l'instant de sa sortie puisse être exprimée par la racine de la hauteur du niveau de l'eau du réservoir au-dessus du même ajutage; autrement si la conduite fait le *siphon*, & que la branche de *fuite* soit d'une hauteur sensible, la vitesse de l'eau ne sera point exprimée par la racine de la charge, c'est-à-dire, de la hauteur du niveau de l'eau au-dessus de l'ajutage, mais seulement *par la différence des racines des hauteurs qui marqueront l'élévation du réservoir & de l'ajutage au-dessus du plus bas point de la conduite*, parce que tout ce que nous avons dit au commencement du second Chapitre de ce Livre sur l'action de l'eau dans les tuyaux de conduite, s'applique naturellement à la théorie des jets d'eau; c'est pourquoi je conseille de relire cet endroit pour mieux entrer dans ma pensée que je vais rendre sensible par un exemple.

*Exemple*

1459. Supposant que A représente un réservoir élevé de la hauteur

hauteur AB au-dessus du niveau BC d'un jardin, & que la conduite ABC réponde à la souche ou tige CD d'un ajutage D, qui fournit le jet DH placé au milieu d'un bassin; il est constant qu'en faisant abstraction des frottemens, le défaut de ce jet, eu égard à sa hauteur, répondra à la regle de M. Mariotte; parce que la vitesse de l'eau à la sortie de l'ajutage D, pourra être exprimée par la racine de la hauteur AB, que je suppose extrêmement grande par rapport à CD. Mais si la conduite, au lieu de venir directement de B en C, formoit en passant par un vallon le siphon AEFG, pour venir ensuite de G en C, alors la vitesse de l'eau au point D ne devant plus être exprimée que par la différence des racines des hauteurs ML & KL, ne sera pas si grande que dans le premier cas, ce qui sera que le jet, au lieu de monter jusqu'en H, ne parviendra qu'en I; ainsi son défaut sera beaucoup plus grand qu'il ne devroit l'être naturellement, & d'autant plus qu'il y aura moins de différence entre les hauteurs ML & KL. Voilà la principale cause qui fait que dans plusieurs jardins, la hauteur des jets n'est pas à beaucoup près aussi grande qu'elle devroit l'être, parce que l'on a estimé leur défaut, en n'ayant égard seulement qu'à la hauteur de la charge, sans faire attention au chemin de la conduite.

*relatif à l'article précédent.*
PLAN. 2.
FIG. 3.

Pour faire usage de la remarque précédente, nous supposerons que la hauteur ML est de 50 pieds, & KL de 15 pieds 4 pouces; ainsi la charge MK sera de 34 pieds 8 pouces : si l'on cherche les vitesses par secondes, qui répondent aux deux premieres chutes, l'on trouvera 54 pieds 9 pouces pour celle dont peut être capable la branche de chasse ABL, & 30 pieds 3 pouces pour celle de la branche de suite GFL, dont la différence est de 24 pieds 6 pouces, pour la vitesse que doit avoir l'eau à la sortie de l'ajutage D, qui répond à une chute de 10 pieds (608), & l'on trouvera dans la quatriéme colonne de la premiere Table, que le jet ne montera qu'à 9 pieds 8 pouces, comme s'il étoit fourni par un réservoir de 10 pieds de hauteur seulement; ce qui montre bien l'erreur où l'on tomberoit, si l'on comptoir sur l'élévation du jet, dont peut être capable un réservoir élevé de 34 pieds 8 pouces.

1460. De quelque maniere que les conduites soient disposées, les jets ne peuvent monter à une hauteur approchante de celle qu'on trouve par le calcul, qu'autant que le quarré du diamétre de l'ajutage, multiplié par la vitesse de l'eau qui en sort, donne un produit égal ou moindre que celui du quarré du trou pratiqué au fond du réservoir par la vitesse que l'eau peut avoir à sa sortie, com-

*Pourquoi il faut que le diamétre de l'ajutage soit beaucoup plus petit que celui de la conduite.*

# PREMIERE TABLE

## *DE LA HAUTEUR DES JETS D'EAU;*
*relativement à celle de leurs réservoirs.*

| *Premiere colonne, qui comprend la hauteur des jets d'eau en pieds.* | *Seconde colonne, qui comprend la hauteur des réservoirs pour les jets de la premiere.* | | *Troisiéme colonne, comprenant la hauteur des réservoirs pour les jets de la quatriéme.* | *Quatriéme colonne, qui comprend la hauteur des jets pour les réservoirs de la troisiéme.* | |
|---|---|---|---|---|---|
| pieds. | pieds. | pou. | pieds. | pieds. | pou. |
| 5 | 5 | 1 | 5 | 4 | 11 |
| 10 | 10 | 4 | 10 | 9 | 8 |
| 15 | 15 | 9 | 15 | 14 | 3 |
| 20 | 21 | 4 | 20 | 18 | 9 |
| 25 | 27 | 1 | 25 | 23 | 2 |
| 30 | 33 | 0 | 30 | 27 | 5 |
| 35 | 39 | 1 | 35 | 31 | 7 |
| 40 | 45 | 4 | 40 | 35 | 8 |
| 45 | 51 | 9 | 45 | 39 | 8 |
| 50 | 58 | 4 | 50 | 43 | 3 |
| 55 | 65 | 1 | 55 | 47 | 5 |
| 60 | 72 | 0 | 60 | 51 | 2 |
| 65 | 79 | 1 | 65 | 54 | 10 |
| 70 | 86 | 4 | 70 | 58 | 4 |
| 75 | 93 | 9 | 75 | 62 | 1 |
| 80 | 101 | 4 | 80 | 65 | 5 |
| 85 | 109 | 1 | 85 | 69 | 1 |
| 90 | 117 | 0 | 90 | 72 | 5 |
| 95 | 125 | 1 | 95 | 75 | 9 |
| 100 | 133 | 4 | 100 | 79 | 1 |

me on l'a expliqué dans l'article 532; encore faut-il, pour bien faire, que la quantité d'eau que pourroit fournir la conduite, soit plus grande que celle que l'ajutage dépensera, afin d'avoir égard aux circonstances rapportées dans les articles 1218 & 1219; d'où il est aisé de déduire pourquoi, lorsqu'on supprime l'ajutage d'un jet, l'eau cesse de monter à sa hauteur ordinaire, & ne forme plus en sortant à gueule bée, qu'une grosse gerbe qui a peu d'élévation.

Il suit que si dans l'article 1459, l'on supprimoit l'ajutage D, pour laisser sortir l'eau à gueule bée, il s'en faudroit bien qu'elle pût monter à la hauteur de 9 pieds 8 pouces, puisque c'est tout ce qu'elle pourroit faire, si la charge étoit complette, c'est-à-dire, si sa vitesse, en descendant dans la branche de fuite, étoit presque insensible.

Si l'on se rappelle ce que nous avons exposé sur les frottemens de l'eau dans les articles 1220 & 1221, l'on verra que la hauteur des jets doit encore être altérée de cette part, & d'autant plus que la conduite sera plus longue. Plusieurs personnes qui ont fait des expériences sur ce sujet, prétendent que lorsque le diamétre de la conduite est proportionné à celui de l'ajutage, le défaut des jets augmente d'un pied sur 100 toises de longueur de conduite.

*Expérience de M. Mariotte sur la dépense des jets d'eau, relativement à la hauteur du réservoir, aux diamétres de la conduite & de l'ajutage.*

1461. Les différentes causes qui altérent la vitesse de l'eau, ne pouvant diminuer la hauteur des jets, sans diminuer aussi leur dépense, il ne paroît pas qu'on puisse mieux l'estimer dans la pratique que relativement à une expérience; & comme M. Mariotte a déduit de celles qu'il a fait sur ce sujet. *Qu'un réservoir de 52 pieds de hauteur, ayant une conduite de 3 pouces de diamétre & un ajutage de 6 lignes, dépensoit 8 pouces d'eau, ou 112 pintes par minute, en formant un jet qui s'élevoit à peu près à la hauteur où il devoit atteindre.* Nous nous servirons de ces nombres pour les regles que nous allons établir, en considérant, comme le dit M. Mariotte : *qu'on peut prendre pour fondement, qu'un réservoir de 52 pieds, doit avoir un tuyau de conduite de 3 pouces de diamètre quand l'ajutage est de 6 lignes, & que le jet montera à toute la hauteur qu'il doit avoir.* *

* Au commencement de la cinquiéme Partie de son Traité du Mouvement des eaux.

*Maniere de déterminer le diamétre des ajutages.*

1462. Quand on veut faire un jet, le diamétre de l'ajutage doit se regler sur la quantité d'eau que peut fournir le réservoir, ou sur la partie qu'on destine pour ce sujet, relativement à la distribution générale; Ainsi supposant qu'on veuille avoir un jet qui dépense 310 pintes d'eau par minute, provenant d'un réservoir de 80 pieds de hauteur, on demande le diamétre de l'ajutage.

*ges, eu égard à la dépense du jet.*

Il faut se rappeller, que la dépense de deux réservoirs de différentes hauteurs, & qui répondent à des ajutages inégaux, *sont dans la raison composée des racines des hauteurs des réservoirs ou des vitesses de l'eau, & des quarrés des diamétres des ajutages* (452), ainsi nommant $x$, le diamétre que l'on cherche; l'on aura en suivant la regle d'expérience dont on vient de faire mention: $\sqrt{52}\times\overline{6}^2$, 112 pintes :: $\sqrt{80}\times\overline{x}^2$, 310 pintes; ou $\sqrt{52}\times 36$, 112 :: $\sqrt{80}\times xx$, 310. Pour rendre cette proportion moins composée, on peut en faire évanouir les signes radicaux, en cherchant une moyenne proportionnelle entre 52 & 80, qui fera $64\frac{3}{5}$, alors on pourra se servir des nombres 52 & $64\frac{3}{5}$ à la place de $\sqrt{52}$ & de $\sqrt{80}$, & l'on aura $52\times 36$, 112 :: $\frac{323}{5}\times xx$, 310; ou 1872, 112 :: $\frac{323xx}{5}$, 310, d'où l'on tire $\frac{36176xx}{5} = 580320$; ou $x = \frac{\sqrt{2901500}}{30176} = 9$ lignes, qui fait voir que le diamétre de l'ajutage doit être de 9 lignes.

*Usage d'une Table pour connoître la dépense des jets, eu égard à la hauteur de leurs réservoirs.*

1463. Comme les calculs précédens, quoique fort simples, ne laisseroient pas que d'embarasser ceux qui ont plus de pratique que de théorie; je joins ici une seconde Table fort commode, pour connoître tout d'un coup la dépense en pintes des ajutages, qui auroient depuis 2 jusqu'à 30 lignes de diamétre, pour les différentes hauteurs des réservoirs depuis 5 jusqu'à 100 pieds de hauteur, allant en augmentant de 5 pieds en 5 pieds; par exemple, l'on a un réservoir de 40 pieds de hauteur, d'où l'on veut tirer 280 pintes, ou 20 pouces d'eau par minute pour faire un jet, l'on demande la grandeur du diamétre de l'ajutage, pour que le jet aille à sa plus grande hauteur, & qu'il dépense à peu près la quantité d'eau donnée. Il faut chercher le nombre 40 dans la premiere colonne, qui comprend la hauteur des réservoirs, & sur le même alignement prendre le nombre qui approche le plus de 280 qui est ici 270, ensuite remonter jusqu'au sommet, on trouvera 10 pour le diamétre de l'ajutage, parce que tous les nombres qui sont au sommet des colonnes de cette Table, marquent les diamétres des ajutages & ceux qui sont au-dessous, leur dépense, eu égard à la hauteur des réservoirs.

*Connoissant la hauteur du réservoir & le diamétre de l'ajutage; trouver la dépense du jet.*

1464. Ayant la hauteur d'un réservoir de 60 pieds, & le diamétre de l'ajutage de 8 lignes, il faut pour connoître la dépense du jet, chercher dans la premiere colonne le nombre 60, aller sur le même alignement jusqu'au-dessous du diamétre de 8 lignes, & l'on trouvera 212 pintes pour la dépense du jet.

*Connoissant le diamétre de l'ajutage & la dépense du jet, trouver sa hauteur.*

1465. Connoissant la dépense d'un jet de 150 pintes par minutes pour un ajutage de 7 lignes de diamétre, trouver la plus grande hauteur où le jet pourra atteindre; il faut chercher au sommet de la Table le diamétre 7, & parcourir sa colonne jusqu'au nombre le plus approchant de 150, qu'on trouvera de 147, ensuite sur le même alignement prendre dans la premiere colonne le nombre correspondant, qui est de 50 pieds pour la hauteur du réservoir, qui répond dans la premiere Table à un jet de 43 pieds 3 pouces de hauteur.

*Quand les tuyaux de conduite sont trop étroits, les jets ne dépensent pas selon la proportion de la hauteur de leurs réservoirs.*

1466. Plus les réservoirs sont élevés, & plus l'eau doit couler avec vitesse dans les tuyaux de conduite; mais si elle rencontre des obstacles en chemin qui la retardent, les jets n'iront pas à toute la hauteur qui leur convient, & c'est ce qui ne manque jamais d'arriver lorsque les tuyaux sont trop étroits, parce que l'eau ne coulant point librement, les ajutages ne sont pas fournis aussi abondamment qu'ils devroient l'être. C'est pourquoi il ne faut pas toujours juger de la hauteur d'un réservoir, ni de la quantité d'eau qu'il peut dépenser par la hauteur du jet qui lui répond, puisqu'il arrive souvent qu'un réservoir élevé de 50 pieds, donne un jet qui ne monte qu'à 25 ou 30 pieds. Ainsi lorsqu'on voudra juger de la dépense d'un jet, il suffira de connoitre sa hauteur & le diamétre de son ajutage, sans se mettre en peine de l'élévation de son réservoir; il faut chercher seulement celle qui doit convenir au jet dont il s'agit.

*Connoissant la hauteur d'un jet & le diamétre de son ajutage, trouver ce qu'il dépense.*

1467. L'on a un jet de 35 pieds de hauteur, & de 11 lignes de diamétre, l'on veut sçavoir la quantité d'eau qu'il dépense: il faut chercher dans la premiere Table la hauteur du réservoir qui doit convenir à un tel jet, on trouvera 39 pieds 1 pouce; ensuite dans la premiere colonne de la seconde Table, voir le nombre le plus approchant de 39 pieds, qui est 40, & sur le même alignement au-dessous du diamétre de 11 lignes, prendre le nombre 328 pour la dépense du jet par minute.

*Il faut que les quarrés des diamétres des tuyaux de conduite, soient entre eux comme les racines des hauteurs du réservoir.*

1468. Il est donc essentiel quand on veut que les jets atteignent toute leur hauteur, que les tuyaux de conduite soient d'une grosseur convenable, c'est-à-dire, proportionnée à la quantité d'eau qui doit y passer dans le même temps, & pour cela *il faut que les quarrés de leurs diamétres, soient dans la raison de la dépense des jets, ou comme les racines quarrées de la hauteur des réservoirs*; mais ayant vû (1461), qu'un tuyau de conduite de 3 pouces de diamétre, qui répondoit à un ajutage de 6 lignes, dont la dépense étoit de 112 pintes par minute, fournissoit un jet qui montoit à toute hauteur, cette ex-

# SECONDE TABLE.

*Qui comprend la dépense en pintes des Jets d'eau par minute.*

| Diamétre des ajutages. | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Hauteur des Réservoirs au-dessus des ajutages, exprimés en pieds.* | 5 | $3\frac{1}{2}$ | 8 | 14 | 23 | 33 | 45 | 59 | 75 | 93 |
| | 10 | $5\frac{1}{4}$ | 12 | 21 | 33 | 48 | 65 | 85 | 108 | 133 |
| | 15 | $6\frac{1}{2}$ | 15 | 26 | 40 | 58 | 80 | 104 | 132 | 163 |
| | 20 | $7\frac{1}{2}$ | 17 | 30 | 47 | 68 | 92 | 120 | 152 | 189 |
| | 25 | $8\frac{1}{2}$ | 19 | 34 | 54 | 77 | 106 | 138 | 174 | 215 |
| | 30 | $9\frac{1}{2}$ | 21 | 37 | 58 | 83 | 114 | 149 | 188 | 232 |
| | 35 | $10\frac{0}{0}$ | 23 | 40 | 64 | 91 | 124 | 162 | 205 | 254 |
| | 40 | $10\frac{3}{4}$ | 24 | 43 | 68 | 97 | 132 | 173 | 220 | 270 |
| | 45 | $11\frac{1}{2}$ | 26 | 46 | 72 | 104 | 141 | 184 | 232 | 288 |
| | 50 | $12\frac{0}{0}$ | 27 | 48 | 75 | 109 | 147 | 192 | 244 | 301 |
| | 55 | $12\frac{1}{2}$ | 28 | 50 | 78 | 114 | 154 | 201 | 255 | 315 |
| | 60 | $13\frac{1}{4}$ | 30 | 53 | 82 | 119 | 162 | 212 | 268 | 331 |
| | 65 | $13\frac{3}{4}$ | 31 | 55 | 86 | 124 | 169 | 220 | 279 | 344 |
| | 70 | $14\frac{1}{4}$ | 32 | 57 | 90 | 130 | 177 | 231 | 292 | 361 |
| | 75 | $14\frac{3}{4}$ | 33 | 59 | 92 | 134 | 181 | 238 | 300 | 371 |
| | 80 | $15\frac{1}{4}$ | 34 | 61 | 95 | 138 | 187 | 245 | 310 | 383 |
| | 85 | $15\frac{3}{4}$ | 35 | 63 | 98 | 140 | 193 | 252 | 321 | 392 |
| | 90 | $16\frac{1}{4}$ | 36 | 65 | 102 | 147 | 200 | 268 | 330 | 409 |
| | 95 | $16\frac{3}{4}$ | 37 | 67 | 104 | 150 | 205 | 272 | 339 | 420 |
| | 100 | $17\frac{1}{4}$ | 38 | 69 | 107 | 154 | 211 | 275 | 348 | 430 |

# SUITE

## *De la Table pour la dépense des Jets d'eau.*

| Diamétre. | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 112 | 134 | 157 | 182 | 210 | 238 | 269 | 302 | 336 | 373 |
| 10 | 161 | 192 | 225 | 261 | 300 | 341 | 385 | 432 | 481 | 533 |
| 15 | 197 | 235 | 275 | 320 | 367 | 417 | 471 | 529 | 589 | 652 |
| 20 | 228 | 272 | 319 | 370 | 425 | 483 | 545 | 605 | 681 | 755 |
| 25 | 274 | 310 | 363 | 422 | 484 | 551 | 622 | 697 | 777 | 861 |
| 30 | 281 | 335 | 393 | 456 | 523 | 595 | 672 | 753 | 840 | 930 |
| 35 | 307 | 366 | 429 | 498 | 572 | 650 | 734 | 823 | 912 | 1016 |
| 40 | 328 | 390 | 457 | 530 | 609 | 693 | 782 | 877 | 977 | 1083 |
| 45 | 349 | 415 | 487 | 565 | 648 | 737 | 832 | 933 | 1040 | 1152 |
| 50 | 364 | 434 | 509 | 590 | 677 | 771 | 871 | 976 | 1088 | 1205 |
| 55 | 381 | 455 | 533 | 618 | 710 | 808 | 913 | 1023 | 1140 | 1263 |
| 60 | 400 | 477 | 560 | 649 | 745 | 848 | 957 | 1073 | 1195 | 1325 |
| 65 | 414 | 495 | 584 | 676 | 774 | 880 | 995 | 1116 | 1248 | 1376 |
| 70 | 437 | 520 | 610 | 701 | 812 | 924 | 1043 | 1170 | 1303 | 1444 |
| 75 | 449 | 536 | 628 | 724 | 828 | 952 | 1074 | 1200 | 1342 | 1472 |
| 80 | 463 | 552 | 647 | 751 | 862 | 981 | 1107 | 1242 | 1383 | 1533 |
| 85 | 479 | 570 | 667 | 772 | 890 | 1008 | 1143 | 1280 | 1428 | 1568 |
| 90 | 496 | 589 | 691 | 801 | 920 | 1047 | 1182 | 1325 | 1476 | 1636 |
| 95 | 507 | 604 | 709 | 822 | 944 | 1074 | 1213 | 1359 | 1514 | 1678 |
| 100 | 521 | 620 | 728 | 844 | 969 | 1102 | 1245 | 1395 | 1555 | 1723 |

# SUITE

*De la Table pour les dépenses des Jets d'eau.*

| Diamétre. | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 411 | 451 | 493 | 537 | 583 | 630 | 680 | 730 | 784 | 840 |
| 10 | 588 | 645 | 705 | 768 | 833 | 900 | 972 | 1044 | 1120 | 1200 |
| 15 | 719 | 781 | 854 | 940 | 1022 | 1100 | 1190 | 1280 | 1371 | 1468 |
| 20 | 826 | 914 | 1000 | 1088 | 1180 | 1276 | 1368 | 1480 | 1588 | 1700 |
| 25 | 940 | 1041 | 1138 | 1240 | 1345 | 1452 | 1569 | 1688 | 1811 | 1936 |
| 30 | 1025 | 1126 | 1230 | 1340 | 1453 | 1572 | 1655 | 1824 | 1956 | 2092 |
| 35 | 1120 | 1230 | 1344 | 1461 | 1588 | 1716 | 1845 | 1992 | 2136 | 2288 |
| 40 | 1193 | 1310 | 1432 | 1490 | 1692 | 1828 | 1982 | 2120 | 2279 | 2436 |
| 45 | 1271 | 1394 | 1524 | 1660 | 1800 | 1948 | 2098 | 2260 | 2422 | 2592 |
| 50 | 1329 | 1458 | 1594 | 1736 | 1883 | 2036 | 2199 | 2360 | 2534 | 2708 |
| 55 | 1393 | 1530 | 1670 | 1849 | 1973 | 2132 | 2302 | 2472 | 2655 | 2840 |
| 60 | 1460 | 1606 | 1751 | 1971 | 2070 | 2240 | 2414 | 2596 | 2786 | 2980 |
| 65 | 1521 | 1656 | 1828 | 2023 | 2150 | 2336 | 2508 | 2704 | 2893 | 3096 |
| 70 | 1592 | 1747 | 1910 | 2077 | 2256 | 2440 | 2630 | 2804 | 3036 | 3248 |
| 75 | 1629 | 1796 | 1967 | 2144 | 2300 | 2512 | 2682 | 2896 | 3095 | 3312 |
| 80 | 1690 | 1855 | 2027 | 2208 | 2395 | 2588 | 2790 | 3004 | 3223 | 3448 |
| 85 | 1737 | 1916 | 2093 | 2280 | 2450 | 2668 | 2858 | 3088 | 3297 | 3528 |
| 90 | 1803 | 1979 | 2163 | 2356 | 2556 | 2764 | 2979 | 3204 | 3440 | 3680 |
| 95 | 1850 | 2031 | 2219 | 2417 | 2622 | 2836 | 3058 | 3288 | 3528 | 3776 |
| 100 | 1900 | 2085 | 2278 | 2481 | 2692 | 2912 | 3132 | 3376 | 3623 | 3876 |

périence

périence pourra donc servir de base pour trouver le diametre de tel tuyau de conduite que l'on voudra, dès qu'on sçaura la dépense de son jet.

1469. Par exemple, l'on a un réservoir de 50 pieds de hauteur, d'où l'on veut tirer un jet, dont l'ajutage est de 9 lignes, l'on trouvera dans la seconde Table, qu'afin que le jet atteigne à sa plus grande hauteur, il doit dépenser 244 pintes par minute; & voulant sçavoir quel diamétre il faudra donner au tuyau de conduite, pour que l'eau, coulant sans contrainte, fournisse abondamment l'ajutage, il faut faire cette analogie. Si 112 pintes donnent 9 pour le quarré du diametre de 3 pouces, que donneront 244 pintes pour le quarré du diametre que l'on cherche; l'on trouvera $19\frac{17}{28}$, dont la racine quarrée est environ 4 pouces 5 lignes pour le diametre du second tuyau, auquel on ne fera pas mal de donner 5 pouces.

*Maniere de déterminer les diametres des tuyaux de conduite, eu égard à la dépense des jets.*

Puisque la grosseur des tuyaux de conduite doit être proportionnée à la quantité d'eau qui doit passer par les ajutages, il suit que lorsque les réservoirs auront la même hauteur, les diametres des tuyaux de conduite seront dans la raison de ceux de leurs ajutages.

1470. Pour donner à ceux qui s'attachent à la conduite des eaux, toutes les facilités qu'ils peuvent désirer dans la pratique, je joindrai encore une troisiéme Table pour les diametres des tuyaux de conduite relativement à la hauteur des réservoirs & à la grandeur des ajutages, par conséquent à la dépense des jets.

*Usage d'une Table pour la proportion des diametres des tuyaux de conduite.*

Les diametres des tuyaux de conduite se trouvent au sommet de la Table, & vont en augmentant depuis 2 pouces jusqu'à 12. La premiere colonne comprend la hauteur des réservoirs, & dans toutes les autres l'on trouve les diametres en lignes des ajutages, relativement à la hauteur des réservoirs, & à la grosseur des tuyaux de conduite.

1471. Ayant un réservoir de 25 pieds de hauteur & le diametre de l'ajutage de 6 lignes, on demande celui du tuyau de conduite il faut chercher dans la premiere colonne le nombre 25, aller sur le même alignement jusqu'au nombre 6, diametre de l'ajutage, on trouvera au sommet de la colonne 2 pouces & demi pour celui de la conduite.

*Connoissant la hauteur du réservoir & le diametre de l'ajutage, trouver celui du tuyau de conduite.*

1472. La hauteur du réservoir étant donnée de 30 pieds, & le diametre du tuyau de conduite de 6 pouces, on demande celui de l'ajutage. Ayant cherché dans la premiere colonne le nombre 30, il faut aller sur le même alignement au-dessous du diametre de 6

*La hauteur du réservoir étant donnée & le*

# TROISIEME TABLE,

*Qui comprend les diametres des tuyaux de conduite, & ceux des ajutages, relativement à la hauteur des réservoirs.*

| Diamétre. | 2 | $2\frac{1}{2}$ | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 7 | 8 | 10 | 14 | 17 | 21 | 24 | 28 | 31 | 35 | 38 | 42 |
| 10 | 6 | 8 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 |
| 15 | 5 | 6 | 8 | 10 | 13 | 16 | 19 | 21 | 24 | 27 | 30 | 32 |
| 20 | 5 | 6 | 7 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 23 | 25 | 28 | 30 |
| 25 | 4 | 6 | 7 | 9 | 12 | 14 | 16 | 19 | 21 | 24 | 26 | 28 |
| 30 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 16 | 18 | 20 | 23 | 25 | 27 |
| 35 | 4 | 5 | 6 | 8 | 11 | 13 | 15 | 17 | 20 | 22 | 24 | 26 |
| 40 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 |
| 45 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| 50 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| 55 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| 60 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| 65 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| 70 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| 75 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 21 |
| 80 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 21 |
| 85 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| 90 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| 95 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 18 | 20 |
| 100 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 18 | 20 |

pouces, qui se trouve au sommet de la Table, & prendre le nombre 13 qui marque que le diamétre de l'ajutage doit avoir 13 lignes.

*diametre du tuyau de conduite, trouver celui de l'ajutage.*

De même connoissant le diametre de l'ajutage de 15 lignes, & celui du tuyau de conduite de 7 pouces, on demande la hauteur du réservoir ou celle du jet; il faut chercher au sommet de la Table le diametre de 7 pouces, descendre dans la colonne qui lui répond jusqu'au nombre 15, & sur le même alignement prendre dans la premiere colonne la hauteur que l'on cherche, on la trouvera de 35 pieds, qui répond dans la premiere Table à un jet de 31 pieds 7 pouces.

*Connoissant la hauteur d'un jet & le diametre de son ajutage, trouver celui du tuyau de conduite.*

1473. Ayant un jet de 18 pieds & demi de hauteur, & le diametre de l'ajutage de 10 lignes, on demande celui du tuyau de conduite; il faut chercher dans la premiere Table, la hauteur du réservoir qui convient à un jet de 18 pieds & demi, ou à celui qui en approche le plus, on trouvera qu'elle doit être de 20 pieds. Cela posé, il faut chercher dans la troisiéme Table le nombre 10, répondant au réservoir de 20 pieds de hauteur; l'on trouvera au sommet de la colonne le nombre 4, qui marque que le tuyau de conduite doit avoir 4 pouces de diametre. Je crois qu'il ne sera pas mal pour plus d'intelligence, de donner encore un exemple, qui fasse voir l'usage des trois Tables à la fois.

*Maniere de faire usage des trois Tables à la fois.*

1474. Je suppose que dans le voisinage d'un jardin, l'on a une machine qui éleve l'eau à 60 pieds de hauteur, & fournit 200 pintes par minutes, ou que si elle donne une plus grande quantité, l'on en destine seulement 200 pintes pour faire un jet qui doit aller sans cesse à toute la hauteur qu'il peut atteindre; l'on veut sçavoir le diametre qu'il faudra donner à l'ajutage, celui du tuyau de conduite, & la hauteur qu'aura le jet. On commencera par chercher dans la premiere Table la hauteur du jet qui répond à un réservoir de 60 pieds d'élevation, on trouvera 15 pieds 2 pouces; ensuite voir dans la seconde Table quel est le diametre de l'ajutage, qui doit dépenser 200 pintes par minute, venant d'un réservoir de 60 pieds de hauteur, on trouvera qu'il doit être de 8 lignes. Il est vrai que l'on ne rencontre pas dans cette Table exactement 200 pintes, puisque l'ajutage de 8 lignes répond à 212; mais cette différence est d'une trop petite conséquence pour ne pas s'en tenir au nombre le plus approchant. Dans la troisiéme Table on trouve qu'un jet d'un ajutage de 8 lignes, ayant un réservoir de 60 pieds de hauteur, doit avoir un tuyau de conduite de 5 pouces de diametre. On ne rencontre pas non plus dans l'alignement de la hau-

teur de 60 pieds un ajutage précisément de 8 lignes; mais il faut se contenter de celui de 9, préférablement à celui de 7, qui se trouve immédiatement auparavant, afin d'avoir un tuyau de conduite, dont la grosseur soit plutôt au-dessus qu'au-dessous de la véritable.

*De la Figure la plus avantageuse qu'il convient de donner aux ajutages.*

1475. A l'égard des ajutages, on les fait ordinairement de figure *cylindrique* ou *conique*; les cylindriques sont les plus mauvais, parce qu'ils diminuent beaucoup la hauteur du jet; les coniques sont moins défectueux, mais ils sont encore à rejetter. M. Mariotte a fait beaucoup d'expériences sur ce sujet, & n'en a point trouvé qui fissent un meilleur effet que de les composer d'une simple *platine* de cuivre, percée dans le milieu d'un trou circulaire du diametre convenable au jet, & d'appliquer cette platine horisontalement sur l'extrémité de la souche; mais il faut qu'elle soit polie & bien de niveau, autrement il y auroit de petits filets d'eau qui s'écarteroient de côté, ce qui rendroit le jet défectueux; au lieu que pour être beau, il doit être uniforme & transparent au sortit de l'ajutage, jusqu'au sommet où il ne se doit diviser que très-peu.

*Voyez la Figure 15e de la Planche 3. du Chapitre IV.*

Voici le profil d'un ajutage que je rapporte comme le plus parfait. A B C D exprime l'extrémité de la souche faite de plomb, qui sert de tige au jet, sur lequel est entée une virolle de cuivre B F G C par le moyen d'un nœud de soudure E H; la partie supérieure F G de cette virolle est tournée en vis pour s'ajuster avec son écrou, pratiqué dans l'intérieur de la base I K de l'ajutage I L M K dont la *lumiere* N O que nous avons confondu jusqu'ici avec l'ajutage même, n'est qu'un trou placé tout uniment dans le milieu de la platine L N, qui doit avoir 3 lignes d'épaisseur pour les grands jets, & 2 pour les médiocres; une plus grande épaisseur ne feroit que causer plus de frottement, & diminuer la hauteur du jet; comme cela ne manque point d'arriver sensiblement, lorsque l'on applique sur la lumiere un bout de tuyau de 5 ou 6 pouces pour le faire passer dans la gueule d'un animal, d'où l'on fait sortir le jet dans l'intention d'orner le bassin; ce tuyau causant le même défaut qu'un ajutage cylindrique.

Pour que les jets puissent atteindre à toute leur hauteur, il faut bien prendre garde de ne point retrecir le passage de l'eau à sa sortie du réservoir pour entrer dans la conduite, comme cela arrive souvent de la part des soupapes ou crapaudines qu'on y place; il convient au contraire d'évaser l'entrée des conduites, afin que le diametre de la soupape ait au moins 2 pouces de plus que celui du tuyau.

1476. Il arrive souvent qu'on est obligé de faire aboutir plusieurs tuyaux à un seul, alors il faut déterminer son diametre relativement à la grosseur des rameaux, pour qu'il puisse en recevoir l'eau, de maniere qu'elle coule aussi librement qu'auparavant; par exemple l'on a trois tuyaux venant d'autant de sources différentes; le premier a 4 pouces de diametre, le second 6, & le troisiéme 7; on veut les rassembler en un seul qui les contienne tous trois: pour cela il faut ajoûter ensemble les quarrés des nombres précédens; l'on aura 101 pour la somme dont il faut extraire la racine quarrée, qui est environ 10 pouces pour le diametre du tuyau que l'on demande. *Des rameaux ou branches qui aboutissent à une conduite principale.*

1477. Ayant un tuyau de conduite de 9 pouces de diametre, on en veut tirer un rameau de 5 pouces, on demande quel doit être le diametre de la continuation du premier pour conduire l'eau qui lui restera. Il faut quarrer 9 & 5, ôter le petit quarré du grand, la différence sera 56, dont la racine est 7 pouces 5 lignes pour le diametre que l'on demande, qu'il convient de faire plus grand, parce que les petits tuyaux ont plus de surface, par conséquent plus de frottement à proportion que les gros. *Maniere de tirer plusieurs rameaux d'un tuyau principal.*

L'on a un tuyau principal de 10 pouces de diametre, on veut, pour former une grille d'eau, en tirer plusieurs rameaux de 3 pouces, on demande combien on en pourra avoir; il faut diviser le quarré de 10 par le quarré de 3, & l'on en trouvera 11. Comme tous les problêmes de cette espece, se rapportent aux simples élémens de la Géométrie, je ne m'arrêterai pas à en donner d'autres exemples. Au reste on se sert fort utilement des rameaux branchés sur une ou plusieurs conduites principales, pour distribuer l'eau aux différens jets que l'on veut former, sans être obligé de la tirer immédiatement du réservoir, ce qui multiplieroit considérablement le nombre des tuyaux, qu'il faut toujours faire ensorte d'économiser le plus qu'il est possible.

1478. Quand on a des réservoirs fort élevés, l'on ne donne pas toujours aux jets toute la hauteur qu'ils pourroient atteindre, parce qu'on aime mieux qu'ils ayent plus de grosseur, & moins d'élévation, lorsqu'on les destine à former des gerbes, champignons, ou bouillons d'eau; pour cela on diminue le diametre des conduites qui répondent à ces jets, & l'on augmente celui de l'ajutage, pour sortir de la proportion qu'ils devroient avoir naturellement, ou bien l'on peut, selon l'article 532, ne laisser entrer dans la conduite qu'une certaine quantité d'eau qui donne une charge convenable à la hauteur du jet. *Il y a des cas où l'on ne donne point aux jets toute la hauteur qu'ils pourroient atteindre.*

*Des robinets, regards & ventouses qu'il convient de faire aux tuyaux de conduite.*

1479. Quand l'eau d'un réservoir descend perpendiculairement ou le long d'une pente fort roide; il convient de mettre au bas de sa conduite un robinet, que l'on ouvre quand on veut mettre l'eau en voie, afin que l'air dont elle vient occuper la place puisse s'évacuer promptement, sans quoi le tuyau seroit en danger de crever s'il n'y avoit d'autres sorties que la lumiere de l'ajutage. Il faut aussi avoir des puisards placés dans les endroits les plus convenables, avec des robinets pour mettre les tuyaux en décharge en cas de besoin, & ménager des ventouses dans les coudes ainsi qu'au sommet des pentes, pour donner de l'échapement à l'air que l'eau entraîne avec elle; j'ajoûterai que les conduites doivent passer sous les allées, & jamais sous les pieces qui pourroient souffrir des réparations qu'on seroit dans le cas de faire.

*Dans bien des cas les eaux machinales sont préféables à celles qui viennent des sources.*

1480. Quand on a un courant dans le voisinage d'un jardin situé à la campagne, on aime mieux aujourd'hui, s'en servir pour élever l'eau dans un réservoir par le moyen d'une machine, afin de la faire jaillir, que d'amener de loin à grands frais les différentes sources qui se trouveroient assez élevées pour remplir le même objet, ce qui arrive rarement; au lieu qu'avec une machine on donne au réservoir autant d'élévation qu'on le juge nécessaire, on jouit de l'avantage d'avoir la source renfermée chez soi, & on n'a pas le désagrement de voir le cours de l'eau interrompu par la méchanceté des paysans, qui cassent les tuyaux exprès pour mortifier le Seigneur : d'ailleurs ces eaux étrangeres engagent à des indemnités, en faveur de ceux sur les terres desquels les conduites passent, causent souvent des contestations avec d'autres Seigneurs qui prétendent avoir droit de les partager; en un mot ce sont des sources à procès.

Quand on sçait mettre tout à profit, l'on peut marier la machine avec un moulin à bled, de maniere que la même roue puisse faire agir à la fois la meule & deux corps de pompes. Si le courant a assez de force; le pis-aller sera de faire agir la meule pendant le jour, & les pompes la nuit, dès qu'on aura un réservoir assez grand pour fournir pendant plusieurs heures à la dépense des eaux jaillissantes. Je ne dis rien de la construction de la machine, parce que le troisiéme Livre en présente de toute espece, laissant à la prudence de ceux qui seront chargés de l'exécution d'en faire un choix convenable à la situation du lieu, & à la dépense qu'on veut faire.

Si le Château étoit dans une plaine, & qu'on n'eût qu'un simple ruisseau, ou une source fort abondante; alors je crois que le meil-

leur parti qu'on puisse prendre, seroit de construire une machine mue par un cheval à l'imitation de celle du Val Saint Pierre (988), en rectifiant les pompes, & en suivant toutes les instructions que j'ai donné à ce sujet.

Enfin, si le Château étoit situé sur une éminence, l'on pourra faire une ou plusieurs machines mues par le vent, qui éleveront l'eau à telle hauteur que l'on voudra, soit qu'on la tire d'une source, ou d'un puits, comme il s'en rencontre aux environs de Paris, il est vrai que j'ai donné peu d'exemples de ces sortes de machines dans le second Chapitre du troisiéme Livre, parce que leur construction se rapportant toujours à des pompes, manivelles, rouets, lanternes ou balanciers, ausquels il n'est plus question que d'appliquer le moteur : le point essentiel se réduisoit à donner aux aîles qui doivent recevoir l'impression du vent, la situation la plus avantageuse, & d'en faire exactement le calcul, c'est pourquoi je m'y suis attaché autant qu'on peut le désirer, sans me mettre beaucoup en peine du reste que j'ai laissé à l'industrie de ceux qui liront mon Livre avec fruit.

*Des réservoirs qui contiennent l'eau destinée à la distribution générale pour la décoration d'un jardin.*

1481. Soit que les eaux proviennent de plusieurs sources rassemblées par des tranchées de recherche & tuyaux, ou qu'on les élève par le moyen d'une machine, l'on ne peut se dispenser de les conduire dans un grand réservoir, qui fournisse abondamment, pendant plusieurs heures les différentes pieces d'eau destinées à l'embellissement d'un jardin. Si le château est placé au pied d'une montagne ou à mi-côte, la situation qui convient le mieux à l'emplacement du réservoir est de le creuser en terre au sommet de la montagne; parce qu'alors faisant le jardin en pentes, accompagnés de terrasses, on pourra, avec une petite quantité d'eau bien ménagée, & répétée sous différentes formes, présenter un grand nombres d'objets; parce que les bassins qui recevront l'eau des pieces les plus élevées, serviront de réservoirs à celles qui se trouveront au-dessous, ainsi de suite par cascades jusqu'à l'endroit le plus bas, où elles seront reçûes pour la derniere fois dans un canal qui leur servira de décharge.

Si l'on n'a point d'endroits commodes pour pratiquer un reservoir creusé en terre, il faudra alors de nécessité en élever un de plomb, soutenu en l'air sur des piliers de maçonnerie liés ensemble par des arcades, comme est celui du château d'eau à Versailles, qui fournit toutes les eaux jaillissantes du jardin; alors, pour la construction d'un tel réservoir, on pourra se conformer à ce que j'ai insinué dans l'article 1414.

M. Sirebeau a fait exécuter en 1738 un magnifique réservoir de cette espece au milieu de la grande cour des petites Maisons à Paris. Il est renfermé dans un bâtiment isolé qui a intérieurement 32 pieds de longueur, sur 28 de largeur; dont les murs ont 2 pieds & demi d'épaisseur, traversés par deux fortes poutres chacune soutenue dans le milieu par un pilier de pierre de 2 pieds en quarré, & de 20 pieds de hauteur; ces poutres servent à porter le plancher sur lequel est assis le réservoir formé de tables de plomb soutenues par une carcasse de charpente, autour de laquelle il y a une galerie de 3 pieds de largeur. Le réservoir a 26 pieds de longueur sur 22 de largeur & de profondeur, contenant 286 muids d'eau qui coule de là dans plusieurs autres réservoirs plus petits, placés dans les cuisines, offices, boulangeries & blanchirie, d'où elle est encore distribuée par des tuyaux & robinets dans tous les endroits de la maison où on peut en faire usage; cette eau vient des cuvettes de la fontaine de la Charité qui est fournie par les pompes de la machine appliquée au Pont Notre-Dame. J'ai cru qu'il convenoit de citer cet exemple pour donner une idée de la maniere de distribuer l'eau dans une grande maison; je reviens à mon sujet.

A l'égard des réservoirs creusés en terre, on jugera de la construction qui peut leur convenir le mieux par celle des bassins sur lesquels je vais m'étendre.

*De quelle maniere l'on doit construire les bassins pour être bien étanchés.*

PLAN. 55 FIG. 2.

1482. Si l'on considere la seconde figure de la planche 55, l'on verra qu'elle représente le profil d'un bassin, tels qu'on les fait dans les jardins lorsqu'on veut qu'ils soient bien conditionnés & capable de tenir l'eau comme un vase. Il y a peu d'ouvrages qui demandent d'être fabriqués avec plus de soins; car, si on ne réussit pas du premier coup, l'on ne doit point se flatter d'en pouvoir réparer la mauvaise façon.

Après avoir déterminé le diametre du bassin & sa profondeur, que nous avons dit devoir être depuis 20 jusqu'à 24 pouces, l'on fait une fouille circulaire, dont le rayon doit avoir 3 pieds de plus que n'en aura celui du bassin, & on approfondit aussi de 3 pieds de plus qu'on ne se l'est proposé; ensuite on établit une plate-forme de maçonnerie AB, qui doit régner sur toute l'étendue de l'excavation; cette platte-forme doit être faite de briques en mortier de ciment sur une épaisseur de 12 pouces; la brique convenant beaucoup mieux pour former une bonne liaison capable d'empêcher la filtration de l'eau, que si on se servoit de moilons: après cela on fait un revêtement AC & BD, composé de même pour soutenir les terres en formant une espece de cuve.

Cette

Cette maçonnerie étant bien ſeche, on applique deſſus le fond un corroi de terre glaiſe E F, de 12 pouces d'épaiſſeur, préparée comme nous le dirons par la ſuite. Sur ce corroi, l'on fait une ſeconde platte-forme de maçonnerie G H, encore de 12 pouces d'épaiſſeur, recouverte de dalles ou pierres plattes ſervant de plafond, & on éleve tout autour un encuvement G I, H K, pour former le baſſin, obſervant de laiſſer entre cette maçonnerie que l'on appelle *mur de douve*, ou *mur flottant*, & le revêtement C E, D F, un intervalle de 12 pouces, que l'on remplit d'un corroi de glaiſe à meſure qu'on éleve le mur flottant, & l'on termine le pourtour L N du baſſin par une bordure de pierre ou de gazon.

*Il faut que les baſſins ayent une décharge de fond & une de ſuperficie accompagnés d'un regard.*

1483. Le fond d'un baſſin doit avoir une pente douce vers le côté qu'on aura choiſi, pour y ménager une décharge lorſqu'on voudra le vuider, ce qui ſe fait avec un tuyau fermé par une ſoupape. L'on a ſoin de pratiquer auſſi une décharge de ſuperficie, qui conduit l'eau dans un lieu bas pour la faire jaillir une ſeconde fois dans un autre baſſin, & de là dans un troiſiéme, lorſqu'on a ſuffiſamment de pente. Quelquefois il y a des baſſins où la même oonduite ſert de décharge de fond & de ſuperficie, par le moyen d'un tuyau M, entretenu dans un boiſſeau, duquel il peut être ſéparé quand on veut, comme dans l'article 1382; ainſi ce tuyau reçoit ſans ceſſe le ſuperflu du baſſin, qui va quelquefois ſe rendre dans un aqueduc O, pour couler tout naturellement à ſa deſtination.

Près du baſſin l'on fait un regard P, dans lequel eſt un robinet que l'on ferme avec une clef, comme dans l'article 1417, pour interrompre quand on veut le cours de l'eau. L'on obſervera de faire paſſer le tuyau de conduite à découvert ſur le plafond du baſſin, afin de mieux remédier aux accidens, & de prolonger d'environ 18 pouces ce tuyau au-delà de la ſouche pour y ménager une ſortie R, qu'on tient ordinairement fermée, mais que l'on ouvre au beſoin pour nétoyer la conduite, en laiſſant couler l'eau avec précipitation, lorſqu'elle ſe trouve engorgée. Enfin il convient de ſouder un collet de plomb Q, d'environ 6 pouces de largeur autour du tuyau, dans le milieu de l'endroit où il traverſe le courois de glaiſe, afin que ce collet s'y trouvant bien enclavé, l'eau ne puiſſe point filtrer de ce côté-là.

*Qualité & préparation de la glaiſe pour les baſſins.*

1484. Sans ſe mettre en peine de la couleur de la glaiſe propre à la conſtruction d'un baſſin, on la jugera de bonne qualité lorſqu'elle ſera graſſe, & qu'elle filera quand on voudra la rom-

pre, comme celle dont les Potiers se servent. Pour la bien préparer, on commence par la labourer à la bêche trois ou quatre fois en l'humectant, on en forme des pelotons gros comme le poing, que l'on pétrit chacun en particulier, pour voir s'il ne s'y trouve ni sable, ni gravier; ensuite on l'employe en la foulant lits par lits, sans y laisser le moindre vuide; ensorte qu'ils forment ensemble un seul corps que l'eau ne puisse pénétrer; c'est pourquoi il faut veiller de près la manœuvre des ouvriers, les moindres négligences pouvant causer un grand dommage.

*On ne fait point de platte-formes de maçonnerie aux grands bassins & aux réservoirs.*

1485. Lorsqu'il est question de grands bassins ou de réservoirs, l'on se dispense pour plus d'œconomie, de faire des plafonds de maçonnerie : on se contente d'un corroi de glaise de 18 pouces d'épaisseur, appliqué sur un bon fond, le pourtour garni d'une platte-forme de racinaux pour servir de fondation au revêtement des berges, & sur ce corroi on éleve le mur flottant à une distance de 12 pouces du précédent, que l'on remplit de glaise préparée comme nous venons de l'expliquer; & après que cet ouvrage a été fait pour le mieux, on garnit le fond du bassin ou du réservoir d'un lit de sable de six pouces d'épaisseur. Je ne m'arrête point davantage sur la main-d'œuvre de ces sortes d'ouvrages, qui appartiennent naturellement à la seconde partie de l'Architecture Hydraulique.

*Maniere de construire les citernes pour conserver l'eau des pluyes.*

1486. La nature si variée dans la production de ce qui est nécessaire à la vie des hommes & des animaux, est uniforme pour leur boisson; chaque pays leur fournit des fruits & des alimens différens, il n'y a que l'eau seule qui est la même partout, & d'une si grande nécessité, que nul endroit ne sçauroit être habité, si on en manque. Tous ceux qui ont écrit sur les qualités de l'eau, conviennent que celle des pluyes est la plus légere & la plus saine, c'est pour la conserver dans toute sa pureté, que je vais donner la maniere de faire de bonnes citernes.

La grandeur d'une citerne doit se régler sur la capacité des bâtimens, dont les toits recevront l'eau de pluie que l'on veut rassembler. Pour cela il faut être prévenu qu'aux années communes il tombe 18 pouces de hauteur d'eau sur la surface de la terre, ainsi 4 toises quarrées de couverture horisontalement recevront une toise cube d'eau ou 27 muids, mais il convient de faire la citerne d'un tiers plus grande qu'on ne l'aura trouvé par l'estimation, observant de lui donner le plus de profondeur que l'on pourra, & de la pratiquer s'il est possible, dans un endroit où elle puisse être à couvert, pour se dispenser de toutes les sujettions que demanderoit la construction de la voûte.

Après avoir creusé la fosse, bien régalé le fond, & lui avoir donné un peu de pente du côté du puisard, dans lequel doit aboutir le tuyau d'aspiration de la pompe dont je suppose qu'on se servira pour tirer l'eau; il convient, si l'on est à portée d'avoir de bonne glaise, de commencer par en étendre un lit de 20 pouces d'épaisseur sur le fond, de maniere qu'il déborde de 18 pouces le pourtour extérieur des pieds droits, ensuite l'on recouvre toute la superficie, d'une platte-forme de maçonnerie de 18 à 20 pouces d'épaisseur faite de briques en bon mortier de ciment, dont le pourtour sert de fondement aux pieds droits qu'on éleve aussi en maçonnerie de briques & mortier de ciment; l'épaisseur de ces pieds droits doit se regler sur la hauteur, la largeur & le poids de la voûte. A mesure que la maçonnerie avance, l'on forme derriere un bon corroi de glaise sur l'épaisseur de 18 pouces qui est l'intervalle qu'on doit avoir ménagé entre les pieds droits & les berges.

Pour donner moins de portée à la voûte, & rendre l'ouvrage plus solide, il convient lorsque la citerne est d'une belle grandeur, de la diviser en deux ou trois pieces par des murs de refend dans chacun desquels on pratique une porte, afin que l'eau puisse passer de l'une à l'autre, ce qui contribuera à la purifier; parce qu'elle déposera le gros de son limon dans la premiere, le reste dans la seconde, pour arriver claire dans la troisiéme où je suppose le puisard.

Lorsqu'on n'a point de glaise, il faut appliquer contre les pieds droits un mur de pierres seches pour recevoir les eaux provenans des filtrations de la terre, mais la glaise vaut beaucoup mieux, parce qu'elle rend la citerne plus étanchée, & la garantit de la communication des eaux sauvages; au reste, après que la voûte sera achevée, & qu'on aura disposé sa surface en pente comme un toit, il faudra bien laisser secher la maçonnerie, ensuite grater les joints du parement pour recevoir une premiere couche de ciment, sur laquelle on fait quantité de rayes enfoncées d'environ une ligne avec le tranchant de la truelle pour recevoir une seconde couche de ciment, & l'on continue de même jusqu'à l'épaisseur d'un pouce, il faut encore, pendant un mois, frotter la derniere avec du lait de ciment, tant qu'elle forme un corps qui paroisse recuit comme un pot de terre.

L'on fait un citerneau de 3 ou 4 pieds en quarré sur 6 à 7 pieds de profondeur rempli de petits graviers qu'on a soin de bien laver auparavant, ce citerneau sert à recevoir les eaux de pluies

pour qu'elles ne se rendent dans la citerne qu'après s'être déchargées des ordures qu'elles auroient pû ramasser sur les toits; quand l'ouvrage est fini, l'on recouvre la voûte de trois ou quatre pieds de terre, sur laquelle il convient d'appliquer du pavé avec la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux. Quoique ce petit détail suffise pour la construction d'une citerne, l'on ne fera pas mal de voir ce que j'ai écrit sur ce sujet dans un ouvrage qui a pour titre La Science des Ingénieurs.

*Problême pour déterminer l'épaisseur qu'il faut donner aux murs qui doivent soutenir la poussée de l'eau.*

1487. Lorsque l'on fait des digues, batardeaux de maçonnerie, réservoirs, citernes, écluses, sas, &c. il ne suffit pas de rendre les revêtemens étanchés, par la bonne liaison des matériaux, il faut encore sçavoir regler l'épaisseur des murs, de maniere qu'ils soient capables de soutenir la poussée de l'eau, par leur résistance propre; ne devant point compter sur celle des terres contre lesquelles ils seroient appuyés, parce que si elles venoient à fléchir tant soit peu, l'ouvrage seroit bien-tôt détruit. Or, ayant donné dans le premier & second Livre de La Science des Ingénieurs, ce qui regardoit la poussée des terres & des voûtes, je vais finir celui-ci, par un problême, sur la poussée de l'eau.

*Voyez la figure 16 de la Planche troisiéme du Chapitre précedent.*

Supposant que le rectangle ABCD représente le profil du mur d'un réservoir isolé, dont le fond sera, si l'on veut, sur la surface de la terre; l'on demande l'épaisseur qu'il convient de donner à ce mur, pour que sa pesanteur le rende capable de soutenir la poussée de l'eau dans l'état d'équilibre.

Pour bien entendre le mécanisme que nous allons développer, l'on ne feroit pas mal de lire la troisiéme section du troisiéme Chapitre du premier Livre de cet ouvrage, surtout l'article 373, où il est démontré que pour calculer la poussée de l'eau contre une surface verticale, il ne faut avoir nul égard à l'étendue du plan qui sert de base à l'eau, ou de fond à un réservoir, mais seulement à la superficie de la surface poussée, & à la hauteur moyenne de l'eau.

*On peut faire abstraction de la longueur des murs qui soutiennent la poussée de l'eau pour ne considérer que leur profil.*

1488. Ayant fait abstraction de la longueur des murs, lorsque nous avons traité de la poussée des terres, pour ne considérer qu'un des élémens dont on peut supposer qu'ils sont composés; nous en userons de même dans le problême dont il s'agit, & nous n'aurons égard par conséquent qu'à l'action d'une seule lame d'eau prise verticalement: en se rappellant que cette lame doit être exprimée par un triangle rectangle & isoscele BAH, puisque la poussée va en croissant de B en A dans l'ordre d'une progression arithmétique (332.) dont le terme moyen est égal à la moitié de la hau-

teur BA de l'eau (365), ce qui donne par conséquent $\frac{\overline{AB}^2}{2}$ pour l'expression de la poussée.

Ayant vû aussi dans l'article 413, que le centre d'impression de la poussée de l'eau contre une surface verticale étoit aux deux tiers de la profondeur de l'eau, l'on pourra supposer que la poussée répandue depuis B jusqu'en A, est réunie au point L, éloigné du niveau IB de l'eau de la distance BL, égale aux deux tiers de BA ou de IH, alors le bras de levier par lequel agit cette poussée sera exprimé par la ligne LA, égale au tiers de la hauteur BA de l'eau. Si l'on vouloit que cette poussée fût réunie au point B pour agir selon la direction BC comme fait la puissance Q qui lui seroit équivalente, il ne faudroit prendre que le tiers de la poussée, c'est-à-dire, le tiers de $\frac{\overline{AB}^2}{2}$ qui est $\frac{\overline{AB}^2}{6}$, puisque l'on triple son bras de levier.

D'autre part si l'on suppose que la pesanteur, qu'on peut attribuer au rectangle AC est réunie dans le poids P qui répond à la ligne de direction FG, partant du centre de gravité F, la perpendiculaire DG tirée du point d'appui D sur cette ligne, exprimera le bras de levier du poids P ou de la résistance que la pesanteur de la muraille oppose à la poussée de l'eau; & l'on pourra aussi prendre pour bras de levier de la puissance Q, c'est-à-dire, de la poussée réduite au point B, la perpendiculaire DC tirée du même point d'appui D sur la direction BC selon laquelle cette puissance agit.

*Le poids d'un certain volume de maçonnerie est à celui d'un égal volume d'eau dans le rapport de 12 à 7.*

1489. Si le poids d'un certain volume d'eau étoit égal à celui d'un pareil volume de maçonnerie, on pourroit regarder les deux puissances qu'il s'agit ici de mettre en équilibre, comme si elles étoient exprimées, l'une par la sixiéme partie du quarré de la hauteur BA, & l'autre par celle du rectangle ABCD; mais comme un pied cube de maçonnerie pese au moins 120 ℔ tandis qu'un pied cube d'eau n'en pese que 70 ℔, il faut nécessairement avoir égard à cette différence, en faisant une compensation qui puisse faire regarder les deux puissances comme homogenes. Pour cela je considere que le poids d'un certain volume d'eau étant à celui d'un pareil volume de maçonnerie comme 7 est à 12, il faut multiplier la superficie du triangle HBA qui est $\frac{\overline{BA}^2}{2}$ par $\frac{7}{12}$ pour avoir $\frac{7\overline{BA}^2}{24}$ qu'on pourra regarder comme une superficie homoge-

ne à celle du rectangle AC; ainsi multipliant encore cette quantité par $\frac{1}{3}$ pour la réduction de la poussée réunie au point B, on aura $\frac{7\overline{BA}^2}{72}$ pour la valeur de la puissance Q.

*Formule pour déterminer l'épaisseur des murs, qui n'ayant point de talud, soutiennent l'eau sur toute leur hauteur.*

1490. Nommant $a$, la hauteur BA ou CD de l'eau; $x$, l'épaisseur AD de la muraille; DG sera $\frac{x}{2}$; & l'on aura $\frac{7}{72} \times aa = Q$, $ax = P$ qui donne dans l'état d'équilibre : Q ($\frac{7}{72} \times aa$), P ($ax$) :: DG ($\frac{x}{2}$), DC ($a$) d'où l'on tire $\frac{7}{72} \times aaa = \frac{axx}{2}$ ou $\sqrt{\frac{7}{36} aa} = x$, qui montre que pour avoir l'épaisseur du mur, *lorsqu'il n'a point de talud, il faut prendre les sept trente-sixièmes du quarré de la hauteur de l'eau, & en extraire la racine qui donnera ce que l'on demande*, par exemple, supposant que la hauteur de l'eau soit de 10 pieds, on multipliera le quarré de ce nombre par $\frac{7}{36}$ pour avoir $19\frac{4}{9}$ pieds quarrés, dont la racine est 4 pieds 4 pouces 9 lignes.

*Autre formule pour trouver l'épaisseur des murs dont la hauteur surpasse celle de l'eau.*

1491. Si le niveau de l'eau étoit au-dessous du sommet de la muraille, comme cela est assez ordinaire, la formule precédente ne pourroit avoir lieu. Pour en établir une autre, nous supposerons que $a$, exprime seulement la hauteur de l'eau, par conséquent celle du bras de levier de la puissance; & $b$, la hauteur de la muraille; alors on aura $\frac{7}{72} \times aa$, $bx$ :: $\frac{x}{2}$, $a$; ou $\sqrt{\frac{7}{36} \times \frac{a^3}{b}} = x$, *qui montre que pour avoir l'épaisseur d'un mur plus élevé que l'eau qu'il soutient, il faut diviser le cube de la hauteur de l'eau par celle du mur, prendre les sept trente-sixièmes du quotient, & en extraire la racine quarrée.* Par exemple, supposant que la hauteur de l'eau soit de 8 pieds & celle du mur de 10; il faut diviser le cube de 8 qui est 512 par 10 pour avoir $\frac{512}{10}$ qu'il faut multiplier par $\frac{7}{36}$, & extraire la racine quarrée du produit qui donnera environ 3 pieds 2 pouces.

Lorsqu'on aura trouvé l'épaisseur qui convient à l'état d'équilibre, on l'augmentera ensuite autant qu'on le jugera nécessaire, selon la qualité des matériaux qu'on employera, pour prévenir tout accident.

*Formule pour trouver l'épaisseur du sommet des murs qui ont un talud extérieur, &c.*

1492. Si l'on vouloit que le mur eût extérieurement un talud déterminé comme dans la figure dix-septiéme, & qu'il fût question de trouver son épaisseur BC par rapport à sa hauteur, & à celle de l'eau; voici comme on pourra établir la formule qui conviendra dans ce cas.

Nommant $a$, la hauteur arbitraire de l'eau; $b$, la hauteur AB du mur ou de la perpendiculaire DK, tirée du point d'appui D sur

la ligne de direction BK de la puissance Q; $c$, le talud GD de la muraille; & $x$, son épaisseur au sommet BC; l'on aura $\frac{aa}{2}$ pour la poussée de l'eau, qui étant multiplié par $\frac{7}{12}$ pour avoir égard à la différence du pieds de l'eau à celui de la maçonnerie (1489), l'on aura $\frac{7}{72} \times \frac{a^3}{b} = Q$, qui étant multiplié par la perpendiculaire DK ($b$) donne $\frac{7}{72} \times a^3$ pour le moment de la puissance Q.

*qui soutiennent la poussée de l'eau dans l'état d'équilibre.*

*Voyez la Figure 17 de la Planche troisiéme du Chapitre précédent.*

Pour avoir de même le moment de la maçonnerie, il faut considérer que si le poids R répond à la ligne de direction tirée du centre de gravité du triangle GCD, il en exprimera la superficie & aura pour bras de levier la perpendiculaire DI égale aux deux tiers de la base GD, ainsi multipliant $\frac{bc}{2}$ par $\frac{2c}{3}$ il viendra $\frac{bcc}{3}$ pour le moment du triangle GCD, auquel il faut ajoûter celui du rectangle ABCG qu'on aura en multipliant sa superficie $bx$ par la perpendiculaire DH ($c + \frac{x}{2}$) afin d'avoir dans l'état d'équilibre $\frac{7}{72} \times a^3 = \frac{bcc}{3} + bcx + \frac{bxx}{2}$ d'où dégageant l'inconnue, il vient $\sqrt{\frac{7}{36} \times \frac{a^3}{b} + \frac{cc}{3}} - c = x$, *qui montre que pour avoir l'épaisseur du sommet* BC *de la muraille, il faut diviser le cube de la hauteur de l'eau par celle de la muraille, prendre les sept trente-sixiémes du quotient, y ajoûter le tiers du quarré du talud, extraire la racine quarrée de la somme, d'où il faudra soustraire la valeur du talud, & la différence donnera ce que l'on demande.*

Par exemple, supposant que la hauteur de l'eau soit de 10 pieds, celle de la muraille de 12, & le talud GD de 2; on divisera le cube de 10 qui est 1000 par 12, & on multipliera $\frac{1000}{12}$ par $\frac{7}{36}$ il viendra $16\frac{11}{54}$ pieds quarrés, à quoi il faut ajoûter le tiers du quarré de 2 pour avoir $17\frac{29}{54}$ pieds quarrés, dont la racine est 4 pieds 2 pouces, d'où soustrayant 2 pieds valeur du talud, reste 2 pieds 2 pouces, pour l'épaisseur du sommet de la muraille dans l'état d'équilibre.

*Fin du second Volume & de la premiere Partie.*

## CORRECTIONS ET ADDITIONS

### Pour le Chapitre III. du quatriéme Livre.

PAge 312. *effacez les trois premieres lignes de cette page & substituez y ce qui suit.*

L'eau qui bout dans l'alambic produit une *vapeur* qui passe dans le cylindre, dont elle remplit la capacité à mesure que le piston s'éleve par le contrepoids du balancier, dont le détail est ci-après; & dès que le piston est parvenu à son plus haut terme, l'effet d'un certain, &c.

Pages 318 & 319. *effacez les trois dernieres lignes de la page 318 & les trois premieres de la page 319, & à la place de ces six lignes mettez ce qui suit.*

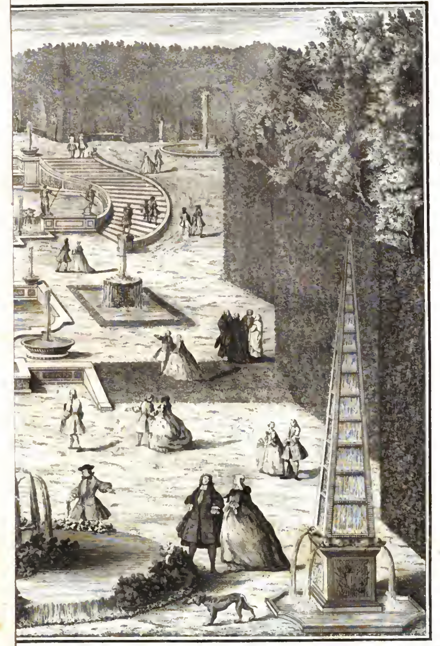
A l'extrémité *t* de ce rameau est une soupape suspendue à un morceau de fer; cette soupape est fermée quand le piston descend, & elle est toujours baignée d'eau afin que l'air ne puisse y pénétrer.

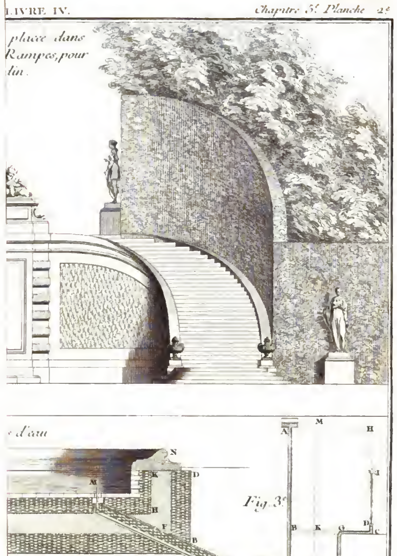
Page 319, article 1306. *effacez les cinq premieres lignes de cet article, au lieu desquelles vous lirez ce qui suit.*

1306. L'eau qui est introduite dans le cylindre par le tuyau *d'injection*, s'échape par l'ouverture *b* & tombe dans les deux rameaux *u*, *r*, (*Fig.* 5.) de maniere que celui d'*évacuation*, &c.

Page 319. *ligne derniere de l'article* 1306. *au lieu de* au fond de l'alambic, *lisez* dans l'alambic.

*Ibid.* Art. 1307. *ligne 2 de cet article, au lieu de* est une soupape chargée de plomb que l'on ouvre, &c. *lisez* est une soupape que l'on ouvre, &c.




placée dans
Rampes, pour
din.
d'eau
Fig. 3e
M
H
A
N
K
D
I
M
H
F
B
B
K
G
D
C
L
F
E
O



# TABLE DU SECOND VOLUME.

## LIVRE TROISIEME.

Où l'on enseigne la Théorie des Pompes, la maniere de les mouvoir, & la description de plusieurs belles Machines pour élever l'Eau.

## CHAPITRE PREMIER.

Des Propriétés de l'Air, servant d'introduction à la Théorie des Pompes.

---

## CHAPITRE II.

### De la Théorie des Machines mues par le vent, & la maniere d'en calculer l'effet. *Page* 30.

## CHAPITRE III.

Où l'on donne une description générale des pompes de toutes sortes d'especes, avec un examen de ce qui peut contribuer à les rendre parfaites.

Sur les diamétres des corps de Pompes, ou des pistons. *Page* 73.



Sur l'inconvénient de faire le diamétre des tuyaux montans, & celui du trou des soupapes des Pompes refoulantes, plus petit que celui des pistons. *Page* 77.



Sur la hauteur où l'on peut élever l'eau par aspiration, eu égard aux dimensions des Pompes. *Idem.*

## *PROBLEMES DE M. PARENT.*

Proposés aux Sçavans, sur les mesures les plus parfaites des Pompes, & de leurs aspirans. *Page 92.*

CHAPITRE

## CHAPITRE IV.

Où l'on décrit plusieurs machines pour élever l'eau par le moyen des pompes.

Maniere fort simple de faire mouvoir des pistons par le moyen d'une roue ondée. *Page* 158.



Description & analyse de la machine appliquée au Pont Neuf à Paris. *Page* 170.

---

## CHAPITRE V.

Description de la machine appliquée au Pont Notre-Dame. 209.



Explication des nouvelles pompes qu'on a exécuté pour rectifier la machine appliquée au Pont Notre-Dame. 220.

## LIVRE QUATRIE'ME.



### CHAPITRE I.

Description

## CHAPITRE II.

### De l'action de l'eau dans les tuyaux de conduite.

---

## CHAPITRE III.

### Des machines pour tirer l'eau des puits forts profonds, principapalement de celles qui sont mûes par l'action du feu.

## CHAPITRE IV.

### De la recherche, conduite & distribution des eaux.

## CHAPITRE V.

### De la maniere de distribuer & de diriger les eaux jaillissantes pour la décoration des jardins.

Fin de la Table.



